TURING 图灵新知

TESLA

INVENTOR OF THE ELECTRICAL AGE

特斯拉

电气时代的开创者

[美] W. 伯纳德 · 卡尔森◎著 王国良◎译


中国工信出版集团


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

尼古拉·特斯拉是19世纪末20世纪初那场改变了人们日常生活的电气革命的一位主要开创者。他的发明、专利和理论工作奠定了现代交流电的基础，并为无线电和电视的发展作出了贡献。就像他的竞争对手托马斯·爱迪生，特斯拉是美国最早一批明星科学家之一，频繁出入于纽约上层社会，用自己的电气演示令马克·吐温之辈叹为观止。作为一名精明的自我推销者和颇具天赋的表演家，他把自己的公共形象打造成了一位个性古怪的天才。甚至在他穷困潦倒的人生晚期，他仍吸引了不少记者参加自己的生日发布会，并通过声称发明了一种能把敌人飞机打下来的粒子束武器让他们兴奋不已。

之前的特斯拉传记多以赞颂为主。本书则力求在褒贬之间取得某种平衡，恰当拼凑出特斯拉的一生，让其惊人的崛起（1884—1894）与同样惊人的陨落（1895—1905）都说得通。之前的传记大多关注的是特斯拉的个性。本书则透过特斯拉私人和公共生活中的一手材料，试图解读特斯拉这个人以及他的创造性工作，深入了解他怎样做发明、他的发明怎样运作，以及他推出发明后外界怎么反应。此外，借助理念与幻象、主观理性与客观理性等框架，本书还将带领我们反思，关于发明的过程以及创新在经济中所扮演的角色，我们能从特斯拉身上学到什么。而这对于任何试图像特斯拉那样做出颠覆性创新的发明家、企业家和创业者来说无疑十分有启发。



图灵新知

TESLA

INVENTOR OF THE ELECTRICAL AGE

特斯拉

电气时代的开创者

[美] W. 伯纳德 · 卡尔森◎著　王国良◎译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目（C I P）数据

特斯拉 ： 电气时代的开创者 / (美) 卡尔森著 ； 王国良译. -- 北京 ： 人民邮电出版社, 2016.1
（图灵新知）
ISBN 978-7-115-40082-6

Ⅰ. ①特… Ⅱ. ①卡… ②王… Ⅲ. ①电动汽车一介绍 Ⅳ. ①U469.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第226535号

内 容 提 要

尼古拉·特斯拉是19世纪末20世纪初那场改变了人们日常生活的电气革命的一位主要开创者。此前的大量传记大多美化了特斯拉及其古怪个性，却都不曾仔细审视特斯拉究竟发明了什么、他如何做出这些发明以及他为什么要做发明。在这本突破性的传记中，技术史家W.伯纳德·卡尔森揭开了这位传奇发明家的神秘面纱，将他置于所处时代的文化与技术背景当中，并专注于其发明本身以及其声誉的创建与维护。

◆ 著　　　[美] W. 伯纳德 · 卡尔森
译　　　王国良
责任编辑　楼伟珊
责任印刷　杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市丰台区成寿寺路11号
邮编　100064　　电子邮件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京　　　　　　印刷

◆ 开本：720×960　1/16
印张：28
字数：420千字　　　　2016年1月第1版
印数：1－5 000册　　　2016年1月北京第1次印刷

著作权合同登记号　图字：01-2013-9313号

定价：69.00元

读者服务热线：(010)51095186转600　印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

版权声明

Tesla: Inventor of the Electrical Age

by W. Bernard Carlson

献给简，感谢你自始不渝的信任

献给托马斯·休斯，欠你的永难奉还

推荐序

这个世界需要特斯拉

今天很多人知道“特斯拉”这个词是作为一个公司或者该公司所生产的电动汽车的品牌，但这个品牌却来自于一个人——尼古拉·特斯拉，19世纪末期出生于奥匈帝国的美国发明家。

特斯拉扬名靠三件事情，首先是他发明了交流输电的方法，并且和西屋一起在美国实现了交流输电。与此同时，著名发明家爱迪生采用的是直流输电。交流输电的好处在于它很容易实现高压输电，从而使得电能在传输时的损失可以小到忽略不计的程度；而直流输电在当时是很难实现高压输电的，以至于发电量的很大一部分都在传输中损失掉了，因此无法做到长距离输电。靠着输电效率的优势，交流输电最终胜出其实没有多大的悬念。1893年在纪念哥伦布到达美国四百周年的芝加哥万国博览会上，采用特斯拉的交流供电技术的主会场万盏电灯将夜晚照得如同白昼一般，也就是在这一年，特斯拉达到了他人生的顶点。除了交流输电，特斯拉一生在电气工程上还有很多发明创造，这使他获得了崇高的声誉，并且成为了当时美国电气工程师学会（AIEE）的负责人。

特斯拉广为人知的第二件事是他有许多非常超前甚至荒诞的思想，他的很多论文和发明在当时没有多少人能够看得懂。特斯拉因为交流输电的专利获得了巨大的财富，他完全可以靠那些钱后半生过一个非常富足的生活，但他将那些钱都用于了研制新的技术和实现各种看似不着调的发明。特斯拉也利用他的影响力吸

引了包括 J. P. 摩根在内的投资人对他那些超前时代的项目进行投资，其中最有名的是从美国向欧洲远程无线输电的项目。特斯拉的想法是在美国大西洋海岸边上建一个高塔（沃登克里弗塔），通过无线电波向欧洲输电。这个想法今天看来既不现实，也没有意义，但却体现出特斯拉超前时代的思维方式和通过技术改变世界的情怀。特斯拉利用他的影响力说服了 J. P. 摩根投资这个项目，当然其结果也是可想而知的，他从此被 J. P. 摩根当作了不靠谱的人而被抛弃。不过这件事让特斯拉在后世留下了梦想家或者理想主义者的名声。

特斯拉常被人提起的第三件事是他颇为悲惨的晚年生活，这一点就不多说了，在《特斯拉：电气时代的开创者》一书中有很详细的介绍，总之特斯拉因此被人们作为了同情的对象。对他不是很了解的人甚至把他的令人叹息的命运归结于当时资本家强势的社会、他的对头爱迪生，以及冷酷无情的 J. P. 摩根等人。但特斯拉有自己的缺陷，这些缺陷导致了他凄惨的命运。

《特斯拉：电气时代的开创者》一书非常详尽且客观地描写了这位天才发明家的传奇一生。但在特斯拉跌宕起伏的人生经历中，我最感兴趣的是开始的几章，介绍特斯拉幼年和少年时是怎样度过的以及他的父母怎样在无形中培养了他作为发明家的特质。具体的内容大家可以读这本书，不过我体会特斯拉在幼年时培养出来的想象力、理性和意志力是他日后成为大发明家的关键。

《特斯拉：电气时代的开创者》一书另一个吸引我的地方就是它详述了这位梦想家为了实现自己科技梦所体现出来的那种百折不挠的精神。特斯拉一辈子除了像疯子一样一头扎进发明中，还不得不花很多时间和精力去找投资——不是为了发财，而是为了实现他那些改变人类的梦想。事实上特斯拉的一生筹集到了很多资金，当然，由于他的想法过于超前，并且很多从理论上讲并不可行，这些投资最后都没有见到结果。最终所有的投资人都退却了，只剩下他一个人依然带着情怀和幻想，走完了 87 岁高龄的人生。

很难讲特斯拉的一生是成功还是失败，虽然他发明了交流输电和很多其他改变我们生活的东西，但他却没有像同时代的另一位发明家爱迪生那样名利双收。Google 的创始人拉里・佩奇青年时在读完特斯拉和爱迪生的故事后，决定今后要

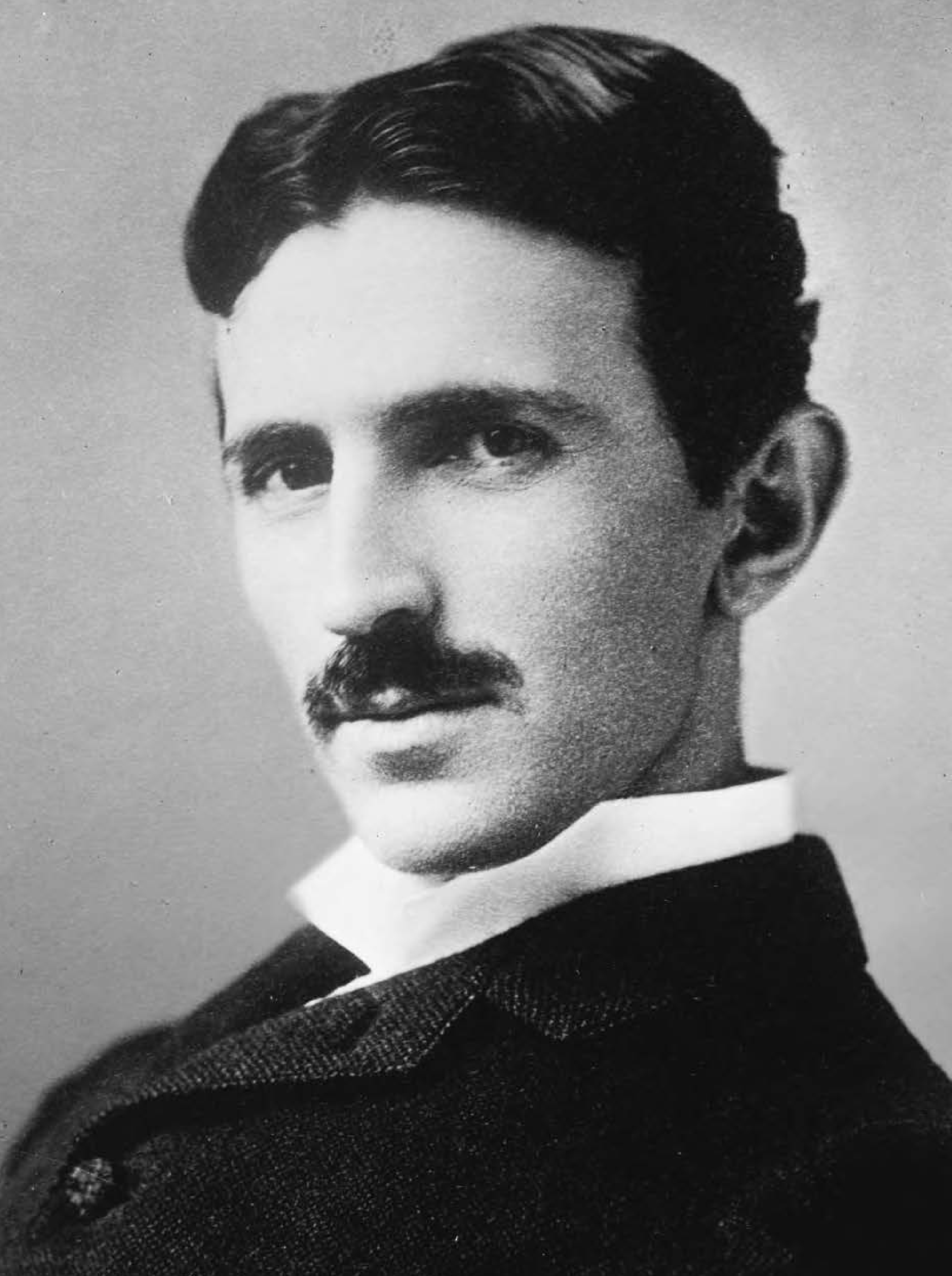
做爱迪生而不是特斯拉，因为在他看来，没有财富是无法支持梦想的，这代表了今天很多有情怀的企业家的想法。然而，我们这个世界在需要爱迪生的同时，也需要特斯拉这样的人。我有时把硅谷的成功里面关于人的因素归结为同时具有了三种人——梦想家、工程师，以及连接他们的企业家和投资人。硅谷的成功首先需要有梦想家，因为人没有想到的事情是不可能做到的。在硅谷，伊隆·马斯克和谢尔盖·布林就属于这种人。当然，最后实现梦想家们的设想，一定需要很多脚踏实地的工程师长期不懈的努力。而企业家和投资人，则起到了调度和组织社会资源，将梦想家的想法赋予工程师们来实现这个桥梁的作用。这三种人完美的结合，创造出了硅谷的奇迹。今天，在中国几乎人人都想成为第二种人，即企业家和投资人。虽然不缺乏第三种工程师，但那些人大多做得不情不愿，更多想的是如何进入第二种人的行列。不过，相比之下，最缺乏的还是有情怀、有理想的梦想家，中国创造力真正的希望，寄托在这样一些人身上。

特斯拉的时代已经远离我们而去，但他的理想和情怀鼓舞着一代代年轻人利用自己的知识来改善人类的生活，为后世传递文明之光。

吴军

2015 年 11 月于硅谷

目　　录



我头脑中有一些东西，也可能是兴高采烈的年轻人所常有的幻象。不过如果我有幸得以实现其中一些理念的话，这个成就将属于全人类。

——尼古拉·特斯拉，1892

引言
德尔莫尼科晚餐之会

时间回到1894年纽约一个炎热的夏夜。记者先生会见魔法师的时刻到了。

这位记者，阿瑟·布里斯班，意气风发，踌躇满志，正效力于约瑟夫·普利策的《纽约世界报》。伦敦的开膛手杰克迷案、匹兹堡的霍姆斯特德大罢工以及星星监狱的首例电刑，皆出于此君的报道。布里斯班善于捕捉细节，又很会讲故事，千万读者为之疯迷。他后来事从威廉·伦道夫·赫斯特，为其编辑《纽约新闻报》，尽大肆渲染之能事，帮助煽动美西战争，并由此开创了小报新闻之先河。[1]

布里斯班为《纽约世界报》新的周日版撰写专题报道。其人物报道涉猎范围广泛，上至首相和教皇，下至拳击手和女演员。现在大众的呼声告诉他，是时候写一写发明家尼古拉·特斯拉了。特斯拉的名字在街闻巷议中广为流传："他的工作，名动学界，没有哪个科学家不关注；他的面孔，无人不识，就连纽约社会的愚夫愚妇都能认出来。"特斯拉为什么这么有名？这不只是因为尼亚加拉瀑布正在建造的新工厂将采用他的发明来发电，而且为了向公众证明交流电是安全的，他曾让250 000伏特电压穿过身体。在这个过电表演中，特斯拉变得"容光焕发，不可直视，他的指尖、发梢和每个毛孔都散发出焰火般的光芒"（图0.1）。众多可靠的报道来源都告诉布里斯班，"毋庸置疑，特斯拉是个非常伟大的人"。人们说："他比爱迪生还要伟大，是我们当代的首席电气技师。"[2]布里斯班非常好奇：这个人是谁？他因何勇往直前？打动千万读者的故事主角，会是他吗？

记者先生听说这位魔法师发明家常在麦迪逊广场的德尔莫尼科餐馆用晚餐。那可是曼哈顿最时尚的餐馆。德尔莫尼科的大厨闻名遐迩，他们创造了纽伯格龙虾、皇家奶油鸡以及火焰冰激凌等众多招牌菜。这里更是纽约社会抛头露面，邂逅搭讪的聚集地。在此用餐的，既有老牌贵族，也就是沃德·麦考利斯特（Ward McAllister）所谓的真正举足轻重的“四百人”，也有华尔街的暴发户和新兴中产阶级。他们比桌而坐，相安无事。这里的活动也花样繁多：既有舞会和少女成年舞会，也有扑克游戏和男子聚会，以及女士午宴和观剧后晚餐。按照《纽约先驱报》的说法，如果没有德尔莫尼科，“整个纽约的娱乐社交机制将陷入停顿”。[3]显然，布里斯班心想，这位魔法师雄心勃勃且别具风格。那他哪来的力量？



图 0.1 “尼古拉·特斯拉。图为发明家在全身通电后，浑身被无数明亮的电的火焰所包裹。”

图片来源：Arthur Brisbane, “Our Foremost Electrician,” *New York World*, 22 July 1894 in TC 9:44–48, on 46.

那个夏夜很晚的时候，布里斯班在那个餐馆找到了魔法师特斯拉。那时，他正在跟查尔斯·德尔莫尼科聊天。查尔斯的瑞士叔祖们在 1831 年创立了这家餐馆。特斯拉之前在布拉格、布达佩斯和巴黎住过，所以他觉得跟同样有都市气息且彬彬有礼的查尔斯聊天很舒服。当天的情况可能是：特斯拉在他市中心的实验室度过了一整天，在这里顺路吃个晚餐，然后就打算回拐角的格拉克酒店。

记者先生仔细打量着魔法师：

> 在德尔莫尼科的常客当中，尼古拉·特斯拉几乎是身材最高、体型最瘦，并且无疑是表情最严肃的一位。
>
> 他眼睛深陷，然而颜色很浅。我问他作为一个斯拉夫人，为什么眼

睛颜色这么浅。他说他的眼睛颜色曾经很深，后来用脑过度，颜色变浅……

他身材颀瘦，身高超过一米八，体重却不足一百二十斤。双手硕大。有才干的人手都很大，比如林肯。拇指特别长，就算配上这么大一双手还是长。实在是长。这是个好迹象，拇指是智慧的象征……

尼古拉·特斯拉头呈楔形，就像一把打开的折扇插在脖子上。下巴尖如碎冰锥。嘴巴太小。下颌不算单薄，但也够不上结实。

在研究了特斯拉的外貌之后，布里斯班紧接着开始解读他的内心：

他跟那些做日常工作的人不一样，你看不懂他的表情。头脑是他的人生世界，灵感在他内心的广袤空间中孕育发展。他的头发乌黑卷曲。他略显佝偻——男人通常就是这种状态，除非是在博取异性青睐时。他活在自己的内心世界里，并深深沉浸在自己的工作中。自爱与自信从他的内心源源涌出，这是成功者的重要特质。跟大多数被报道的人不同，他是一个有故事有想法的人。

按照记者的一般做法，布里斯班收集了特斯拉的基本背景资料：1856年出生于史密里安村一个塞尔维亚人家庭，这个小山村位于奥地利帝国的军事前沿（现属克罗地亚）；小时候就开始发明；曾在奥地利格拉茨的一个学校学习工程学。1884年，特斯拉怀着追求成功的梦想移民美国，身无分文到达纽约。

而正是特斯拉在此之后的迅速崛起，成为了让报纸大卖的干货。在爱迪生公司短期工作后，特斯拉自立门户，成立了自己的实验室，并采用旋转磁场原理发明了新型的交流电动机。尽管特斯拉曾努力向布里斯班解释旋转磁场原理，记者先生还是不得不以这事“虽可描述，但不可理解”带过。相反，布里斯班大肆渲染的是，尼亚加拉大规模水力发电项目背后的企业家们如何拒绝了爱迪生的直流电系统，而选择了特斯拉的多相交流电系统来生产与传输电力。特斯拉在电力工程方面的成就受到了广泛的推崇。布里斯班没有提到的是：特斯拉曾在许多知名科学组织演讲，并获得了哥伦比亚大学和耶鲁大学的名誉学位。不到十年间，布

里斯班面前的这位人物已经从身无分文的无名之辈一跃成为美国首屈一指的发明家。他是白手起家的典范。

“能不能谈一下未来？”布里斯班向这位38岁的魔法师发问。啊，“未来的电气世界”——这是特斯拉爱谈的话题。

> 特斯拉先生在谈及其苦心孤诣的电气问题时，整个人一下子变得魅力十足。他说的词我一个都听不懂。他滔滔不绝，似乎是把时间按十亿分之一秒计。而他这时迸发出的能量似乎足以供应全美国所有工作所需。他相信电力能解决劳动力问题……根据特斯拉先生的理论，在未来算得上苦活的无非就是按按电气按钮。几个世纪以后，对犯罪分子的刑罚无非就是每天按十五个按钮。而其他良民，由于长久无须工作，看到他们的劳苦不免既同情又恐惧。

特斯拉谈到他正在用高频交流电来完善新的电灯系统以取代爱迪生的白炽灯系统。布里斯班听得全神贯注，心里想：“当前的白炽灯系统之于特斯拉所设想的系统，简直太原始粗糙了，就好比两个实木轮子的牛车之于现代铁路运输。”谈到电力与信息无线传输的想法时，魔法师更加热血沸腾：“要是我把我真正的期望和盘托出，你可能会觉得我是个无可救药的梦想者。但是我要告诉你，我对有朝一日不用电线而通过大地传送信息绝对有信心。我同样也非常期待通过这种无线波来无损耗地传输电力。对于通过大地传输信息，我毫不怀疑这一定能成功。”

记者先生感到，“不管是电气还是电气之外的事，他都说得那么有趣”，两人一口气聊了好几个小时。特斯拉谈到了他的塞尔维亚人背景，以及他对诗歌的热爱。他告诉布里斯班，他想全心投入工作，有所成就，而婚姻与爱情生活可能与此相悖。他不相信传心术，或所谓“心理电”，但对人类思维是如何运作的很着迷。“我与来自史密里安的特斯拉先生一直聊到东方破晓，那时德尔莫尼科先生的清洁女工已经开始擦洗大理石地板了”，布里斯班写道。分别时，他们已成了朋友。布里斯班撰写了一篇头版报道，让特斯拉的名字家喻户晓，而他本人之后更成为美国最有影响力的报纸编辑之一。

那么这位魔法师后来怎么样了？尽管当时不可能知道，但1894年夏天是特斯拉事业的巅峰。过去十年，他迅速崛起，风光无限，同行工程师和科学家无不仰慕。伦敦的《电气工程师》期刊赞誉道："这位天赋异能、年轻有为的电气工程师迅速取得了全球性的科学声望，他的步伐在我们这个时代没有第二人可及。"[4]如此天纵之才，如此无量前途，后来怎么了？

接下来的十年，即1894年到1904年，特斯拉的发明没有间断。他开发了高频高压的变压器（现在称为特斯拉线圈）、多种新型电灯、一种蒸汽发动机与发电机的组合，以及大量其他设备。在得悉海因里希·赫兹在1885—1886年间侦测到看不见的电磁波后，特斯拉是最早试图利用电磁波来创造新技术的人之一。他的发明之一是一艘神奇的无线遥控船。当然，特斯拉始终没有忘记他的宏伟梦想，即通过大地传输电力和信息，从而淘汰已有的电力、电话和有线电报网络。为达成这一梦想，他在科罗拉多斯普林斯和长岛的沃登克里弗分别建立了实验站。他对自己系统的可行性一度信心满满，相信成百万美元的投资会蜂拥而来。尽管特斯拉大胆预言他能在 1899 年横跨大西洋传输信息，但古列尔莫·马可尼还是在1901年快他一步完成了这一壮举。因此，马可尼作为无线电的发明者被载入史册。1903 年到 1905 年间，特斯拉再也找不到资助人了，设备也有问题，发明难以为继，他几于精神崩溃。尽管他活到了1943年，但他的好日子到1904年就过完了。正如劳伦斯·A. 霍金斯在1903年所写的："十年前，如果在这个国家做一个民意调查，问谁是最有前途的电气技师，答案无疑会是'尼古拉·特斯拉'。而如今，他的名字至多只会引起人们感叹：可惜如此大好前途竟未能实现。"[5]

在描写特斯拉时，我们要小心避免陷入两个极端，即不公正的指摘和过度的狂热。一个极端是，我们可以像霍金斯那样，贬低特斯拉，因为他在1894年之后就没有再能落实完成他的发明，特别是他的无线电力传输计划。显然，某人如此坚定地研究无线电力传输技术，不惜挑战当时的商业和技术现实，那想必他要么是错了，要么是疯了。确实，特斯拉在交流电上做对了，但在无线电上他无疑做错了，这也正是他被马可尼打败的原因。但在我看来，这种方法有成王败寇之嫌：赢了就是天才，输了就是蠢蛋。

另一个极端，是把特斯拉誉为人类技术史上仅次于莱奥纳尔多·达·芬奇的人物。特斯拉坚定的粉丝们，相信他凭一人之力开辟了电力和电子时代。[6]其中一个粉丝在网站上说："特斯拉的发明包罗万有。当你使用电脑的时候，别忘了特斯拉。你的显像管所需的高压电来自特斯拉线圈。你的电脑所需的电力产生于特斯拉交流发电机，传输于特斯拉变压器，并以三相特斯拉交流电的形式进入你家。"[7]我完全同意，我们需要深入理解特斯拉如何发明出这些关键设备，并且我们应当正确评价特斯拉在那场重塑了当时整个社会的电气革命（1880—1920）当中所起的作用。[8]但在个过程中，我们要小心，不要把特斯拉神化为具有超强智能的"超人"。[9]

之前的特斯拉传记多以赞颂为主。[10]本书则力求在褒贬之间取得某种平衡，毕竟特斯拉有着大起大落的人生，既有惊人的崛起（1884—1894），也有同样惊人的陨落（1895—1905）。一本好的特斯拉传记应当恰当地拼凑出特斯拉的一生，从而让他的成功和失败都说得通。事实上，那些造就一个人成功的种种因素应该也能解释那个人的失败。一个好的历史解读的特质之一便是具有对称性——它所用的框架既能解释成功，也能解释失败。

此外，之前的传记大多关注的是特斯拉的个性。本书则试图解读特斯拉这个人以及他的创造性工作。通过本书，我争取回答三个基本问题：他怎样做发明？他的发明怎样运作？以及他推出发明后外界怎么反应？为了回答这些问题，我将充分利用特斯拉的信函、商业记录、法务证据、出版物以及保存下来的实物等。有些读者可能会失望，本书中没有他们钟爱的特斯拉轶闻趣事，并且涉及的过多技术讨论可能也超出了他们的预期。然而，作为历史学家，我撰写传记的基础只能是各种文献，而不是我们投射在像特斯拉这样的英雄人物身上的愿望和梦想。在多种意义上，当布里斯班说自己写特斯拉故事的目的是为了"深入了解这个伟大的新晋电气技师，并让美国人民对这个人的个性产生兴趣，从而他们或许可以更恰当地理解他未来的发明成就"，他可谓正中肯綮。

概念与主题

为了讲述特斯拉大起大落的传奇人生，我们需要一个框架把各种片段故事拼凑起来。特别是，由于我们的传主是个发明家，我们需要厘清什么是发明。在我看来，人们很容易把发明跟不可思议的事物，比如说天才、神秘、幸运相联系；相反，我更倾向于将发明当成一个可分析、可理解的过程。[11]

发明指的是个体创造新设备或新流程以满足人类的需求或愿望的活动。为此，发明者必须经常探究自然现象。在有些情况下，发明者只需密切观察大自然，就能找出哪些想法可行。而在其他情况下，他必须借助实验或巧妙的操作，才能梳理出新的洞见。由于大自然不会轻易交出它的秘密，所以可以说，发明者是在与自然“交涉”。[12]

但同时，发明不只是做个新东西那么简单，发明者还得把它跟社会联系起来。在某些情况下，需求人所皆知，新发明很容易被社会接受。19世纪中期，铁路需要更牢靠的铁轨，军队需要更结实的炮筒，因此亨利・贝西默1856年发明的新炼钢法一推出来就大受欢迎。然而在其他情况下，并不存在现成的需求，发明者需要想办法让社会相信一个发明的价值。例如，亚历山大・格雷厄姆・贝尔在1876年发明了电话，可是他发现几乎没人想买。每个家庭都应当拥有一部电话的想法，贝尔电话公司花了数十年时间才让美国人接受。贝尔和后继者们所做的不只是要把电话发明出来，他们还需要发明一个营销策略来抓住用户的兴趣。在这个意义上，发明者也是在与社会“交涉”。[13]

发明的有趣之处正在于，发明者要横跨自然与社会两个领域：一方面，他们必须探索自然，以找出哪些想法可行；另一方面，他们必须与社会互动，以把发明换成金钱、名气或资源。一个发明者只有在与自然和社会的交涉中都表现得创意十足，才能成功。

在与自然和社会打交道的过程中，发明者逐步形成了自己的世界观和创造性方法，反映出他们的个性、所受教育、人生经历以及所处的社会大环境。发明者各以其独特的方法去探索自然，发现规律，做出可用的设备，并最终说服其他人

他们的创造物是有用或有价值的。随着本书后续章节的展开，你会发现特斯拉的方法受到他的宗教背景、朋友和资助人，以及情绪抑郁问题的影响。就像托马斯·休斯所说的那样：就像艺术家一样，发明家也会逐渐形成其独特的风格。[14]

特斯拉作为发明家的风格，可以被描述为挣扎于理念（ideal）与幻象（illusion）之间。我是从柏拉图《理想国》的洞穴寓言中借用了这两个概念。[15]柏拉图用这个寓言来说明蒙昧与启蒙之间，普通人与哲学家感知世界和真理的方式之间的区别。为了说明普通人对真理的理解有限，柏拉图想象了一群被困在洞穴里的人。他们被铐在椅子上，头部固定，无法回头去看照入洞穴的光源（或者说真理）。如此这般，他们穷其一生都在对着墙上摇曳的光影争论不休，而这些光影其实是来自他们背后的火，以及在火前来来往往的人与物。在柏拉图看来，普通人只能处理幻象。相反，哲学家就像摘掉镣铐的犯人，一下子看清了墙上的阴影不是现实本身，因为现在他能感知到现实的真正形式，从而认识到是火与移动的物体造成了阴影。柏拉图的哲学家能直接看到火，甚至岩洞外的太阳，从而了解真理。于是柏拉图得出结论，只有哲学家才能彻底了解普遍的真理，即**理念**。

我们将会看到，特斯拉就像柏拉图口中的哲学家，他们选择去寻找与了解理念。特斯拉曾告诉一位传记作家，艾萨克·牛顿爵士的一句话一直激励着他："我只是把想法置于心灵之眼的审视之下，直到我灵光闪现。"[16]在探索自然以资发明的过程中，特斯拉花了非常多的时间和精力去试图弄清可以作为发明基础的基本原理，然后努力以可用设备的形式呈现该理念。比如说，在他的交流电动机中，背后的理念是旋转磁场；而在他的无线电力传输设备背后的理念是电磁谐振。

特斯拉曾经在好几个场合详述了他的理念主义发明方法。在1917年获颁爱迪生奖章时，他向在场的电气工程师伙伴们阐释说：

> 我在下意识中逐渐发展出了一种我认为是将发明概念和思想实体化的新方法。它完全不同于单纯依赖实验的方法，在那方面爱迪生无疑是最伟大最成功的典范。一旦你建造了一个设备以实现一个初步的想法，你就会发现自己不可避免地会受困于该设备的细节与缺陷。随着你不断

改善与重建，你的注意力会慢慢消耗殆尽，你会忽视**发明背后的基本原理**。最终你或有所得，但却是以牺牲质量为代价。

我的方法则不同。我不急于开始实际的建造工作。当我有了一个想法，我马上**在头脑里开始构建**。在头脑中，我调整结构，改善、实验、运行设备。是在头脑中操作涡轮机，还是在工作间里进行，对我来说是绝对一样的。过程没有区别，结果也没有区别。你瞧，用这种方法，我能快速开发与完善一个发明，而不需要任何实体设备。我一路下来，不停思索与落实各种改善的可能性，直到看不到新的缺点，这时我才把大脑中的成品实际建造出来。我的设备总能按我设想的那样工作，而我的实验也总能按我计划的那样完成［强调为引者所加］。[17]

我猜想特斯拉这种理念主义方法部分源自其宗教背景。第一章将会谈到，他的父亲和舅舅都是塞尔维亚正教会的司祭。该教派相信，通过圣子、道或逻各斯，所有被造之物都被赋予了某些基本原理。特斯拉可能从这一教义中学到了一些东西。[18]在宗教与科学的关系上，特斯拉很像伟大的英国科学家迈克尔·法拉第，法拉第在电和化学方面的研究深受其宗教信仰的影响。作为成立于1730年的基督教派桑德曼派教会的信徒，法拉第坚信，神与大自然是同一的。[19]

通过运用这种理念主义发明方法，特斯拉展现出了经济学家约瑟夫·熊彼特所说的主观理性。主观理性与客观理性相对（参见第二章）。对熊彼特来说，创新有两种：工程师与经理人所做出的是递增性的创新，其方法是求诸外，评估社会上已有的需求；而企业家和发明家所做的是激进的颠覆性的创新，其方法是求诸内，响应内心的想法。[20]采用客观理性，个人形成想法以响应外部世界（市场）；采用主观理性，个人重塑外部世界以符合其内心想法。我们将会看到，旋转磁场与电磁谐振都是来自特斯拉的内在想法，而为把发明变为现实，特斯拉曾努力尝试改变社会现状。

特斯拉的理念主义发明方法与其他发明家的风格有同有异。特斯拉很像亚历山大·格雷厄姆·贝尔。贝尔自称是“理论派的发明家”，因为他倾向于在头脑中

改动和塑造发明。而托马斯·爱迪生的风格正好相反，他倾向于通过实体方法发展他的想法，比如说画草图或在工作台上操控设备。两者形成了鲜明的对照。[21]

一旦弄清楚了发明背后的理念，特斯拉很愿意写一篇文章或一个专利申请，并非常乐于向公众演示。然而，对于把专利变成可盈利的产品的实质性工作，特斯拉不是很感兴趣。此外，常人不能掌握他发明背后的理念，这常令他沮丧不已。因此，他转而试图通过创造幻象，以说服他们相信自己发明的价值。特斯拉开始相信，除了要弄清楚发明背后的理念，他还需要创造恰当的幻象以展示他的发明将给社会带来的令人振奋的革命性变化。通过演示、技术论文和报纸采访，特斯拉力图捕获公众的想象力，以及吸引那些可能购买和开发他的发明的企业家。创造幻象是他与社会交涉以及获得把理念转化为实际设备所需资源的方式。

在此使用“幻象”一词，我必须强调指出，这并不意味着特斯拉企图以谎言或虚假信息欺骗潜在的资助人。毋宁说，发明家与资助人的互动更像是演员与观众的关系：演员说一些话，做一些姿势；而怎么样解读台词与表演，产生什么样的印象，却是观众的事。各个观众的感受其实是综合了自己从演员那里得到的印象以及从自己所处的更大文化背景中得到的印象。[22]在他的公众演说中，特斯拉向观众提供了恰当的信息（混合了魔法、科学事实与社会评论），从而使他们据此得出结论，相信他的发明将改变世界。特斯拉所做的，是鼓励人们在他的发明中看到一个潜在的全新世界。事实上，我甚至认为，所有的发明家和企业家都需要为他们的创造物设计“幻象”，毕竟我们无法事先知道一个发明会有什么影响，因此对一项新技术的讨论常常需要借助幻象。科幻作家亚瑟·C. 克拉克说得好：“任何足够超前的技术看上去都像魔法。”[23]

总之，一个发明家要想有所建树，既要探索自然以发明新设备，又要将自己的发明与人们的希望和梦想相联系。众多发明家和企业家都力图为其未经实证的技术和新奇的商业计划创造合适的幻象，而特斯拉是这方面的佼佼者。[24]然而，令人遗憾的是，在他事业的第二个十年（1894—1904），也就是他创造力最为旺盛的时期，特斯拉更关注的是幻象的创造，而非将理念转化为可用的设备。我们将看到，特斯拉的故事就是一段在理念与幻象之间的挣扎。

第一章
理想的早期人生
（1856—1878）

我们小时候做事纯粹靠直觉，也就是那生动而又散漫的想象力之火花。随着年龄的增长，理性呈现出来，我们做事越来越系统化和工于设计。但那些早期的冲动，虽其效用没有立竿见影，却在我们的人生中占有重要位置，并且可能在很大程度上形塑我们的命运。

——尼古拉·特斯拉，《我的发明》（1919）

发明者必定生活在强烈的张力之中。一方面，他们必须触碰内心的感觉、洞见和冲动，也就是特斯拉所说的"生动而又散漫的想象力之火花"，因为这些常常就是新想法和新发明的源泉。另一方面，发明者只有把洞见跟市场和社会需求的更大世界结合起来，并通过系统化的思考与设计，才能把洞见转化为实用的发明。发明者必须融合主观的（从内心世界知道的）和客观的（从外在世界学习的）知识。[1]特斯拉是如何在早年学会培养想象力并使之不被理性压倒的呢？

特斯拉在1919年出版的一本自传中描述了他的情感与智力发展，[2]因而我们得以研究他身上的创造性张力这个重大问题。但是在我们能够审视特斯拉的内心生活之前，我们必须首先探索一下他出生在什么样的地方，以及他的父母是怎样的人。

异乡异客

尼古拉・特斯拉 1856 年出生于利卡省（Lika）的史密里安村（Smiljan），该地现属克罗地亚。当时，克罗地亚是奥地利帝国的军事前沿地区，该区域有时也被称为克拉伊纳(Krajina)。然而特斯拉的父亲米卢廷(Milutin)和母亲久卡(Djuka)都是塞尔维亚人，而塞尔维亚位于巴尔干半岛的更南部，时属奥斯曼帝国。特斯拉家族在 19 世纪中叶住在克罗地亚是怎么回事？他们是如何应付身为异乡异客的生活呢？

按照记者蒂姆・朱达的说法，“塞尔维亚一直是个处于迁徙中的民族”。[3]作为自现在的德国和波兰南迁的斯拉夫人的后裔，塞尔维亚人在巴尔干半岛周期性迁徙，有时是为了寻找更好的耕地，也有时是为了应对暴力和侵略。奥斯曼土耳其人在 15、16 世纪的势力鼎盛时期向北扫荡了巴尔干半岛大部，让多个基督教族群流离失所。土耳其人将塞尔维亚人赶离家乡（现在的塞尔维亚和科索沃局部），导致部分塞尔维亚人迁往克罗地亚。[4]奥地利帝国当局急于在巴尔干边境防御奥斯曼土耳其人，因而鼓励塞尔维亚人在克罗地亚定居，并利用塞尔维亚人与土耳其人的死敌关系，鼓动他们加入军队。与奥地利帝国的其他部分不同，军队长官牢牢掌控着克罗地亚，并且该地区每十二名男性必须有一人服兵役。其结果是，奥地利帝国开始把克罗地亚视为兵源地，不仅用之保卫巴尔干边境，还用之参加其他战争。[5]

特斯拉的先祖在 17 世纪 90 年代从西塞尔维亚迁徙至利卡。塞尔维亚人在这片人烟稀少的山区艰难地耕耘着。据特斯拉说，为了调侃这片多岩的土地，利卡的塞尔维亚人有一句话常挂在嘴边：“当初上帝带了一麻袋岩石准备撒播在大地上，经过我们头顶的时候，麻袋破了。”[6]

在塞尔维亚–克罗地亚语中，姓氏“特斯拉”有两层意思。通常，它是指斧刃与斧柄垂直的小斧头。然而该词也能用于描述暴牙的人，这也暗合了特斯拉家族常见的面部特征。

特斯拉的祖父也叫尼古拉，1789 年生于利卡。在老尼古拉小时候，克罗地亚

被奥地利帝国割让给拿破仑，并以伊利里亚省（Illyrian）之名成为法兰西帝国的一部分。[7]跟其他利卡塞尔维亚人一样，老尼古拉从事军旅生涯；在拿破仑战争期间，他加入了法国军队，被擢升为军士军衔，并娶了上校的女儿安娜·卡利尼奇（Ana Kalinic）。

1815年拿破仑战败后，伊利里亚省回到了奥地利帝国的手中。为了防止土耳其人入侵以及强力控制当地的克罗地亚人和塞尔维亚人，奥地利人依旧把该省当成军事前沿来运作。尽管奥地利帝国的官方宗教是罗马天主教，他们还是允许塞尔维亚人在克罗地亚拥有自己的正教教堂。

拿破仑战争之后的几年里，老尼古拉回到了利卡，在那里他完成了从一个法国军人到服役于奥地利帝国的变迁。尼古拉和安娜有两个儿子，米卢廷（1819—1879）和约瑟夫（Josif），以及三个女儿，斯坦卡（Stanka）、亚尼娅（Janja），还有另外一个名字已不可考。两个儿子都是先被送到一间德语公立学校，然后进入奥地利军事训练学校（可能是维也纳新城的特雷西娅军事学院）。约瑟夫在这种环境下茁壮成长，成为一所奥地利军事学院的教授。约瑟夫是一名训练有素的数学家，他写了几本数学方面的权威著作。[8]

相较于父亲和弟弟，米卢廷不喜欢军队生活。有一次在学校因为没把黄铜纽扣擦亮而受到了训斥，他就退学了，转而选择成为一个塞尔维亚正教会的司祭。米卢廷报读了位于普拉斯基的正教神学院，并于1845年在班上以优等生毕业。

1847年，米卢廷娶了久卡（格奥尔吉娜）·曼迪克（Djuka (Georgina) Mandic，1822—1892），来自格拉查赤的司祭尼古拉·曼迪克（Nikola Mandic）的25岁女儿。就像特斯拉家族从事军旅生涯，曼迪克家族的男性则多为神职人员；除了久卡的父亲，她的祖父和兄弟也都是司祭。久卡有几个兄弟很成功：尼古莱（Nikolai）做到了萨拉热窝的大主教和在波斯尼亚的塞尔维亚正教会的都主教，帕约（Pajo）被擢升为奥地利军队的总参谋部上校，特里丰（Trifun）则成为有名的酒店老板和地主。[9]

米卢廷与久卡成婚后不久，就被分派到克罗地亚亚得里亚海岸有40户人家的塞尼（Senj）教区。在那里，他们在一个陡峭悬崖上的石头教堂里安了家，并且

久卡生了三个孩子：戴恩（Dane，1848—1863）、安吉莉娜（Angelina，生于1850年）和米尔卡（Milka，生于1852年）。

在塞尼，米卢廷被寄望建立会众集会，并在“外族和天主教徒”面前代表塞尔维亚人。米卢廷身材高大，面色苍白，颧骨高耸，胡子稀疏，这都造就了他严肃的形象（图1.1）。会众们感到他是一个精力充沛的司祭，主教也为表彰他的“关于劳动”的布道而授予他红巾奖。米卢廷是个理想主义的年轻司祭，他愿意挑战奥地利当局。1848年，他请求当地的军事指挥官允许塞尔维亚士兵在礼拜天参加正教会事奉，然而奥地利人拒绝了这个要求，并坚持塞尔维亚人继续参加天主教弥撒。[10]

米卢廷可能是反思了他父亲在拿破仑军队中的经历，他的世界观结合了进步思想和民族主义。在拿破仑征服领土的过程中，法国人也为当地扫除了封建主义与君主专制的旧思想，带来了科学与理性，通过设立中学（预科学校）来提升教育，并因而激发着各族群对自治的梦想。[11]这些观念无疑与奥地利人或奥斯曼土耳其人的想法水火不容。跟其他在19世纪中叶受过教育的塞尔维亚人一样，米卢廷认为，除非塞尔维亚人能够保存传统，并建立属于自己的独立于奥地利和土耳其的国家，他们的状况才能得到改善。正如米卢廷在1852年的一封信中所写的：“以上帝之名！对我来说，没有什么比教会以及祖先的律法与习俗更神圣，也没有什么比自由以及人民与弟兄姐妹们的幸福与进步更宝贵，并且为了这两者，教会和人民，无论我身在何处，我都将准备献出生命。”[12]



图1.1 特斯拉的父亲米卢廷

图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

尽管米卢廷满怀热忱，他还是发现在塞尼任职很艰难。低薄的薪水仅够勉强维持温饱，潮湿的海边空气也影响了他的健康。因此米卢廷请求调职，并于1852年被派到利卡省史密里安的圣彼得与圣保罗教堂。

史密里安翻译过来就是“甜罗勒之地”，特斯拉一家感到跟这个村子要合契得多。圣彼得与圣保罗

教区服务七八十户人家（大约一千人），包含一间白色的教堂，坐落在波格丹尼奇山脚，旁边流淌着瓦格纳兹小河。这间教堂周围风景如画，然而远离人烟，最近的邻居也在三公里之外。教堂旁边是一座适合家庭居住的房子，并配以肥沃的农田（图 1.2）。[13]为了答谢米卢廷对当地一些穆斯林的帮助，来自波斯尼亚的一位土耳其帕夏送了他一匹健壮的阿拉伯公马，使得他能方便地走访教区的家家户户。[14]

在史密里安，久卡总有办法为全家把家里弄得舒舒服服。“我妈妈从来不知道疲倦”，特斯拉回忆道。

> 她基本上都从早上四点忙到夜里十一点。从早上四点直到六点的早餐时间之前，其他人还在睡觉，她已经找了很多事情在忙，有时候还用跑的。每当这时，我都会睁大眼睛非常快乐地看着她。她指示仆人管好我们所有的家畜，她挤牛奶，她还独自忙着干这干那，铺桌子，准备全家人的早餐。一切都准备就绪了，家里其他人也开始起床了。妈妈的干劲感染了家里的每个人，早餐后，大家勤奋做事，热爱工作，并因而获得了某种程度的满足。[15]



图 1.2　特斯拉在利卡史密里安的出生地在 20 世纪 30 年代的样子

图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

在久卡一双能手的勤勉操持下，米卢廷的健康状况也改善了，并能重新充满活力地讲道了。米卢廷开始组建图书馆，收藏宗教、数学和科学方面的书卷，以及各种语言的文学书。他对诗歌倒背如流，并自诩说，如果某个经典失传，他能凭记忆恢复回来。米卢廷最珍视的财产是一本 1519 年印于威尼斯的《事奉经》（*Sluzhebnik*，一种塞尔维亚礼拜仪式书）。特斯拉从他父亲手里继承了这本书并随身带到了美国。[16]

米卢廷也开始为几家塞尔维亚报纸杂志写文章，包括诺维萨德的《塞尔维亚日报》、在萨格勒布出版的报纸《塞尔维亚捍卫者》（*Srbobran*），以及扎达尔的一份塞尔维亚–达尔马提亚杂志。虑及文盲问题会阻止塞尔维亚的社会与政治进展，米卢廷呼吁为塞尔维亚人建立以自己的语言教学的学校。[17]因此在某种意义上，米卢廷是一位为改善塞尔维亚人民日常生活而寻求出路的改革者。

光明之子

万事俱备，特斯拉于 1856 年 7 月 9、10 日（旧历）间的午夜在史密里安村降生了。[18]据家族传说，其时电闪雷鸣，狂风暴雨大作，吓坏了村子里的接生婆。惊魂未定的接生婆说："他将是风暴之子。"产妇回应道："不，他是光明之子。"特斯拉出生当天就在家里受了洗礼，可能是他的家人担心他出生时身子太弱。据奥地利法律要求，这个婴儿被编入利卡第一军团之总部设在瑞杜克的梅达克第九连队，预期他在 15 岁以后就要服兵役。[19]作为家里的孬仔，特斯拉无忧无虑地跟哥哥姐姐们以及小妹妹马里察（Marica，生于 1859 年）玩耍着。他们一起在教堂或农田的空地上跑来跑去，追逐家养的鸽子、鸡鹅和绵羊。[20]然而特斯拉最喜欢的玩伴是家里的黑猫马察克（Macak）。马察克与小尼古拉如影随形，他们在草地上滚过了无数的欢乐时光。

是马察克猫在一个干燥的冬夜把特斯拉带进了电的世界。特斯拉回忆说："当我抚摸猫背的时候，一道奇迹出现了，让我惊讶不已说不出话来。一片光覆盖着马察克的背部，我的手经过之处喷洒着嗞嗞作响的火花，声音大得在整个房子里

都听得到。”他好奇地问父亲火花是怎么来的。米卢廷犹疑了一下，最后说：“哦，这只不过是电，暴风雨的时候你在树上也能看到电。”从父亲的回答中得知猫背上的火花和天上的闪电是一回事，这个小男孩一下子就被迷住了。特斯拉一边继续抚摸马察克，一边想搞清楚：“大自然是一只巨猫吗？那么是谁在摸它的背？”他想了一想，最后说：“只能是上帝。”

特斯拉第一次观察了电之后，紧接着还有另外一件事值得一提。房间越来越暗，蜡烛也点上了，那时马察克起来走了几步。特斯拉在 1939 年回忆说：“它的爪子摇摇晃晃，就像是在湿地上走。”

> 我聚精会神地看着它。我看到了什么，还是幻觉？我紧睁双眼，确定无疑地看到它的身体环绕着圣徒般的光环！
>
> 这个奇妙的夜晚对我幼时想象力的影响是不可估量的。我日复一日地问自己“电是什么”，但怎么都找不到答案。至今八十年过去了，我还在问这个问题，仍不得其解。[21]

就像有传说，小詹姆斯·瓦特当初曾被蒸汽掀开水壶盖的魔力所吸引，马察克猫成了促使特斯拉倾尽一生钻研电学的最初推动。

活跃的想象力

在母亲久卡的启发下，特斯拉年纪还小时就开始做修补活儿。在她身边的利卡农民还在使用几个世纪都不变的粗糙工具时，久卡就已经为更有效地做家务而改良出更好的设施。他的儿子深情地回忆道：

> 我妈妈是个一流的发明家，要不是远离现代生活及其种种机会，我相信她定能取得巨大的成就。她发明与制造了各种工具和设施，她还用自己捻成的线编织成精巧美丽的花纹图案……她不知疲倦地从拂晓忙到深夜，全家人穿的衣服和屋里的家具多出自她的双手。她六十多岁的时候手指还灵活得能在一根睫毛上打三个结。[22]

特斯拉小时候就学着妈妈的样子做东西。正如特斯拉所说的，他早期的一个花了工夫的发明是为了“利用自然能量服务人类”。特斯拉改良了一个纺锤，在一头装上四个可以旋转的叶片，另一头装上一个圆盘，希望能做出一个飞行器。他直觉地想到旋转的叶片可能会产生足够的提升力把整个装置带到空中，这很像现代的直升机。特斯拉打算把六月虫绑在叶片上为他的装置提供动力，不过一个陌生的男孩，一位奥地利退休军官的儿子的闯入终止了他的计划。这个男孩把六月虫囫囵吞到肚子里，让特斯拉非常作呕。特斯拉放弃了这个计划并且终其一生再也不想接触昆虫。[23]这个飞行器夭折之后，特斯拉又做了很多其他创造性的努力。跟其他好奇的小家伙一样，特斯拉把机械钟表拆开，只是想搞清楚装回去会不会更难。他给自己做了一把木剑，并把自己想象成一名伟大的塞尔维亚战士。特斯拉回忆说：“那时我深受塞尔维亚民歌的影响，非常崇拜英雄的壮举。我常把玉米秆当成假想敌来消灭，战斗往往持续数小时。我的这种行为破坏了庄稼，妈妈也因此打了我好几顿。”[24]

特斯拉外表看来就是个一般的快乐男孩，然而他内心超强的想象力却可能会不时失控。就像他在自传中描述的：“长到八岁的时候，……我的感觉如潮水般涌来，汹涌澎湃，并在各种极端之间不停地激荡着。我的愿望强烈有力，就像九头蛇的脑袋那样翻倍长出来。生命之痛苦、死亡和宗教恐惧这些想法压得我喘不过气来。我受制于迷信的信念，生活中常充满了各种恐惧：邪灵、鬼魂、食人魔和黑暗中的其他邪恶怪兽。”

让特斯拉更加困扰的是，他很难分清臆像和现实：

> 我在幼年时遭受了特别的痛苦，常伴有强烈闪光的影像在我眼前浮现，遮蔽了我视野中的真实物体，并干扰了我的思想和行动。这些影像是我真实见过的事物与场景的图像，而不是凭空想象出来的。当你跟我讲一个词的时候，这个词所指的物体的形象就会生动地展现在我眼前，以致有时我很难分清所看到的是不是实在的东西。这使我极其焦虑不安……我的问题看来是独一无二的，尽管我这样说可能先入为主，因为

> 我知道我哥哥也经历过类似的麻烦……在其他方面我很正常和镇定，所以这些肯定不属于那种在心理疾病和心灵痛苦时所产生的幻觉。为了说明我的苦况，设想我目睹了一场葬礼或其他此类折磨心神的景象。然后在寂静的夜晚，那个场景的生动画面就会不可避免地冲到我的眼前来，我拼尽全力也挥之不去。有时候画面甚至会停在空中，推也推不开。[25]

面对无法控制的影像，特斯拉感到无力又无助。

家人离世

除情绪困扰之外，特斯拉还生活在大哥戴恩的阴影之下。父母认为戴恩特别有天赋。作为长子，戴恩被寄望追随父亲和舅舅从事神职。不过在 1863 年，戴恩死于父亲的那匹阿拉伯烈马之下，而时年七岁的尼古拉目睹了这场悲剧。[26]

失去爱子的米卢廷悲痛欲绝，举家彻底搬离史密里安，迁往附近较大的城镇戈斯皮奇（Gospić），即利卡–塞尼的郡府，也是奥地利军事前沿的行政中心。[27]在那里，米卢廷在大殉道者乔治教堂的洋葱形圆顶下又讲道了 16 年。米卢廷继续履行教牧职务，并在当地学校讲授宗教，然而他更少写文章和从事改良事业了。他养成了“自言自语的古怪习惯，并经常进行逼真的对话和沉溺于激烈的争论当中”。他变换着声音，因此听起来就像是几个不同的人在讲话。米卢廷从来都没有从戴恩的死中走出来，并且过早地开始了他被称为“老头米洛万”的岁月。[28]

大哥的死和突然搬往戈斯皮奇都让特斯拉深感不安。他喜欢乡间的家，并且怀念在农场里看动物的日子。他刚在史密里安读完一年级，而大城镇的喧嚣让他不知所措。特斯拉写道：“在我们的新房子里，我不过是个囚犯，通过百叶窗观看过往的陌生人。我是如此害羞，宁肯面对一只咆哮的狮子，也不愿碰到闲逛的城里人。”[29]特斯拉非常喜欢他家乡的村子，以至于他在美国提交第一个专利的时候，他自称来自利卡的史密里安，而不是戈斯皮奇。

大哥的突然离世不可避免地改变了特斯拉与父母的关系，特别是与父亲的关系。米卢廷和久卡曾把所有的希望都寄托在戴恩身上，现在又沉浸在丧子之痛当

中，他们无法赏识其他儿子的前程。特斯拉回忆说：“我做的任何值得称许的事只会令父母更深地感触他们所失去的，所以我在成长的过程中对自己没什么信心。”（亚历山大·格雷厄姆·贝尔的哥哥梅尔维尔·詹姆斯和弟弟泰德在 1870 年猝死，他的家庭深受影响；不过在贝尔的例子中，全家转而一致对剩下的儿子报以厚望。）[30] 像许多孩子一样，特斯拉努力做到最好，试图赢回父母的爱。米卢廷现在希望第二个儿子能成为司祭，并对他进行了“各种训练——例如，猜测彼此的想法，发现某种形式或表达的缺陷，复述长句子或进行心算。这些日常课程是为了加强记忆，培养理性并特别是发展批判意识，而且无疑是非常有益的”。[31]然而根据特斯拉回忆录中的讲述，读者能感觉到他是把这些当成对父亲的责任来做。

大约就是在这个时期，特斯拉发现了在父亲图书馆里阅读的乐趣。然而对于第二个儿子的阅读热情，米卢廷不但没有高兴，反而很生气。特斯拉解释说：“他不允许我这样做，并且如果当场抓到我的话他就会大发雷霆。他发现我偷偷读就把蜡烛藏起来。他不想我把眼睛弄坏。”但这也阻止不了特斯拉，他偷偷拿到油脂并自制了蜡烛。有了这些私家蜡烛，他就能整夜阅读，经常经常读到黎明。[32]

然而跟父亲相处最差的时刻，在一个礼拜天到来了，那时特斯拉在教堂里帮着敲钟。正如他在自传里回忆的：“镇上有一个富有的贵妇，人很好，不过爱炫耀。她经常打扮得花枝招展，穿着夸张的大裙子，带着侍从来教堂。有一个礼拜天，我刚在钟楼敲完钟，就匆匆冲下楼，正赶上这位贵妇飘摇而过，我一下子踩到了她的裙子上。裙子一下子裂开了，撕裂的声音就像一队新兵在齐射步枪。我父亲气得脸色都变了。他在我脸颊上轻轻打了一下，那是他对我做过的唯一的体罚，然而直到现在我几乎还能感受到。这件事给我带来的尴尬和困惑难以名状。”[33]

由于无法取悦父亲，特斯拉“染上了许多奇怪的喜好、厌憎和习惯”，用现在的话说，可能是强迫症。他极端厌恶女人的耳环，还有珍珠，尽管对其他珠宝尚能忍受。他拒绝触摸别人的头发，并且樟脑之类的味道让他心烦意乱。他记录道：“当我把小方块纸丢进装满液体的盘子时，我的嘴巴里总会感觉到特别而又可怕的味道。我会数自己走路的步数，计算汤盆、咖啡杯和每份食物的体积，不然的话，我就会食之无味。我所做的重复性的行为或操作必须能被三整除，要是不能的话，

我会忍不住从头全部再做一遍，哪怕花上几个小时也在所不惜。”[34]这些强迫症困扰了特斯拉一生，并且尽管他努力了解了病因，这些问题毋庸置疑还是妨碍了他与别人的关系。

意志力的初作为

由于父母分神于对戴恩的悲伤，以及失望于自己的作为，男孩特斯拉“被迫把注意力集中在自己身上”并变得内省。开始的时候他很痛苦，然而不久之后，他发现能够审视内心是上天极大的祝福，也是取得成就的途径之一。

通过审视内心，特斯拉在 12 岁时经受了深刻的变化。在阅读的过程中，他畅览了著名匈牙利作家米克洛什·约西卡（Miklós Jósika）的小说《阿巴菲》（*Abafi*，1836）的塞尔维亚译本。这本历史小说的故事发生在 16 世纪时约西卡的故土特兰西瓦尼亚公国，其中讲述了西吉什蒙德·巴托里王子（1572—1613）为保卫其公国而反抗匈牙利人、土耳其人和奥地利人的斗争史。序幕拉开，“破败的城堡、古老的风俗、闪亮的盔甲、土耳其帕夏和厚颜无耻的宫廷阴谋”一一呈现，约西卡在书中虚构的年轻贵族欧利韦尔·阿巴菲成为故事的主人公。阿巴菲起初举止轻浮，不守规矩，但随着小说的展开，他道德日长，并最终为王子和国家牺牲自我。正如当代一位评论家所说的，约西卡用阿巴菲展示了“一个年轻人如何被放荡享乐毁坏，又是如何通过坚定的意志和顽强的决心晋身于这个国家最受尊敬的模范英雄之列。坚定不移的目标能克服一切”。[35]

特斯拉深受阿巴菲转变的鼓舞，这部小说唤醒了他的意志力，并且他意识到自己能练习控制情绪。他回忆道：“最开始我的决心就像四月的雪那样很快消逝，但不久以后我克服了我的弱点，并且感受到一种前所未有的快乐——我能按我的意志做事。随着时间的推移，这种强烈的脑力锻炼成了我的第二天性。起初我还需要降服我的愿望，不过渐渐地，欲望和意志合二为一。”[36]

强化了意志力之后，特斯拉试图控制一直困扰他的幻视问题。特斯拉提到，幻视“通常会在我身处危险或痛苦之中或在极度兴奋时发生。在某些情况下，我

曾看到我周围的空中充满了逼真的火舌”。为了消除这些磨人的影像，特斯拉曾尝试把注意力转移到别的事情上，但是囿于他对这个世界的有限见识，用于转移注意力的替代物很快就用完了。然而现在他发现最好与这些影像打成一片，让他的想象力展翅翱翔，并进而把这些影像纳入彀中。

> 接着我就本能地开始遨游于我已知的有限狭隘的世界之外，在那里我看到了新的风景。这些风景起初模糊不清难以辨认，并且我越想专心捕捉，它们溜得越快，不过渐渐地，我成功地把它们锁定了；它们越来越强，越来越清晰，并最终具备了真实事物的实在性。我很快发现，我只需在幻视中越行越远，并时时感知新印象，那样我最怡然自得，因此我理所当然地开始了畅游内心世界之旅。每天晚上（有时是在白天）当我独自一人的时候，我就开始了我的旅程，看新的地方、城市和国家，住在那里，跟人见面、交友和相识。然而更不可思议的事实是，这些都跟我在现实生活中遇到的人和事一样真实亲切，其表现形式的强烈程度也毫不逊色。[37]

尽管特斯拉那时还没有意识到，他其实已经开始通过发展自控力和学习引导他强大的想象力而获得了使他成为一个好的发明家所需的心智技能。这些技能使得他不仅能在头脑中自由地探索新想法，而且还为他提供了在内心形成与修正想法以转化为实际设备所需的纪律和集中力（参见第十二章）。[38]

特斯拉在学习引导控制他的影像时，慢慢找到了他对这些影像的合理解释。他注意到，通常令他不安的影像似乎不是来自他的内心，而是由他曾在外在世界中所见过的事物造成的。最初他认为这可能只是巧合，

> 但是我很快说服自己，事情不止如此。不管是有意还是无意收到的，视觉印象总是先于影像出现。渐渐地，我在内心产生了一个愿望，我想找出到底每次是什么导致了影像出现，并且很快这个愿望到了非满足不可的程度。我所做的下一个观察是，就像这些影像是源于我看过的东西，

> 我的思想活动也类似地受到了影像的暗示。我又一次经历了非满足不可的愿望，想锁定那些导致思想的影像，并且这种对最初视觉印象的寻找也很快成为了我的第二天性。我的头脑变得就像是自动的，并且在后续的年头里，我几乎是无意识地获得了一种能力，能立即锁定……启动思想的视觉印象。

有了这些观察之后，特斯拉断定他的每一个思想和行动都可归因于某种外部刺激，即其所见所闻所品所触。如果这是真的，那么他推定他是“一台被赋予生命能力的自动机，只会对冲刷我感官的外界刺激做出反应，并相应地思考、执行和移动”。尽管有血有肉，他只不过是一台输入决定输出的机器——他曾把这叫作“肉机”（meat machine）。[39]这种机械论的看法抛弃了对自由意志或灵魂的需要，因而让人不禁怀疑特斯拉是否曾与父亲讨论过这个理论；这些看法肯定会让米卢廷父子之间渐行渐远。

现在特斯拉能够控制他的内心生活，他也开始更多地从大千世界而不是从父亲身上寻求认可。在戈斯皮奇市民拿到一辆新消防车之后发生的一件事说明了这一点。市民们在一个年轻商人的带领下组建了消防部门，还配备了制服和红黑抽水消防车。为了展示这辆消防车，消防部门自豪地列队游行，穿街过巷，并来到河边。16个消防员在那里拼命地上下摇动消防车的手柄，不过就是没有水从水管里出来。在观看事件发展的时候，特斯拉承认：“我没有机械原理方面的知识，对空气压力的了解也仅胜于无，但我本能地感觉到问题出在水里（也就是河里）的吸水管，并发现水管瘪了。”认识到水管不通是问题的原因，特斯拉走到水里解开了入水管的纽结。消防车马上能用了，并且水从水管的另一端汩汩涌出。为感谢他挽救了那天的局面，消防员们把尼古拉举到肩膀上并给予他英雄般的祝贺。特斯拉从这件事学习到解决技术问题能带来肯定和认可。[40]

预科教育

到达戈斯皮奇之后，特斯拉在当地上了三年常规小学。在其中一间教室里，

他发现了水车和涡轮机的演示模型。特斯拉被这些设备深深吸引着，他复制了几个并在当地的溪流中做了测试。特斯拉骄傲地向一个舅舅展示了这些轮组，不过这位舅舅非但不欣赏这个男孩灵巧的机械才能，反而责备他把时间浪费在这些事情上。不管怎样，特斯拉继续思索涡轮机，并且当他读到一篇尼亚加拉瀑布的描写时，他梦想用一个巨大的轮子去捕获瀑布的能量。“我告诉舅舅我要去美国实施这个方案”，特斯拉回忆说，并且“三十年后，我看到我的想法在尼亚加拉实现了”（参见第九章）。[41]

十岁的时候，特斯拉进入戈斯皮奇的普通预科学校，在 19 世纪相当于初中。就像他的父亲和叔叔约瑟夫一样，特斯拉擅长数学。通过利用在脑海中可视化事情的能力，特斯拉做运算很快，并获得了数学老师的赞扬。虽然特斯拉数学学得不错，不过他发现必修的图画课很难。这是令人吃惊的，因为他的其他家庭成员可以很容易地画画，而特斯拉把这个困难归咎于他对安静思考的偏好。而且特斯拉小时候还是左撇子，这让他不能很好地完成通常是为主要用右手的学生设计的作业。他的绘画成绩太差了，以致为了让他还能继续就读该校，父亲不得不向校方求情。因此，特斯拉在他的整个发明生涯中避免采用绘图也就不足为奇，即使绘图可能有助于他把想法传达给他人。[42]

在戈斯皮奇预科学校的第二年，特斯拉沉迷于制造飞行器。他经常想象飞向远方旅行，但他不知道这事是怎么发生的。消防车里产生的真空能把河里的水提升起来并利用压力泵进水管里，特斯拉对此印象深刻，他努力在头脑中想办法把真空跟大气中的空气在每平方厘米上承载着一公斤的压力这一事实结合起来。[43]经过数周的内心加工，特斯拉想出了一个设计，传记作家约翰·奥尼尔用以下方式描述了这个设计：

> 他算出每平方厘米一公斤的压力应当能让圆柱体高速转动起来，并且通过用真空包围圆柱体的一半，而让其表面剩下的一半暴露在气压当中，他就能安排利用这种压力。他仔细做个了木头盒子。盒子开放的一端严丝合缝地装了一个圆柱体，因此盒子能做到不透气；并且圆柱体的

> 一面与盒子的边缘呈直角接触。圆柱体的另一面与盒子呈切线或平滑接触。这样安排是因为他想让气压沿切线方向作用于圆柱体表面——他知道这是产生旋转所必需的条件。如果他能让圆柱体旋转起来，那么所有剩下要做的事就是把螺旋桨接到圆柱体的轴上，把盒子绑在身上，并从真空盒获得把他抬升到空中所需的连续动力，那样他就能飞起来。[44]

为了测试这个想法，特斯拉精心构建了一个木制的模型。当他抽出了圆柱体里的空气，转轴轻微地转动起来，这让他欣喜若狂。他后来写道："现在我有一个具体的东西，一个简陋得只有一根转动轴、摆动的翅膀以及能提供无穷动力的真空的飞行器！从那时起，我每天都乘坐舒适豪华大概能配得上所罗门王的交通工具进行（假想的）空中旅行。"当然，像这样的设备，那得是一台永动机，并且多年以后特斯拉意识到，大气压其实是垂直作用于圆柱体表面，而他所看到的轻微转动现象是由于他的装置漏气。特斯拉后来回忆道："尽管是慢慢认识到这一点，我还是受到了沉痛的打击。"这表明他确曾真心希望能建造一台连接梦想与现实的实际的机器。[45]

特斯拉于 1870 年在戈斯皮奇的预科学校完成了学业，不过就在这时，他"被一场大病，或者毋宁说是被其名目，打趴下了，并且我的情况非常不容乐观，连医生都放弃了"。[46]我们不禁好奇，这些不明缘由的问题是否与过度强烈的臆像有关联，因为正是大约在这个时期（12 岁）特斯拉通过结合意志力和学习引导臆像逐渐克服了它们。

在康复的过程中，特斯拉阅读不辍。鉴于特斯拉旺盛的阅读欲望，当地的公共图书馆把所有没编目的书卷送到特斯拉那里，让他阅读和分类。在这些新书中他碰到了马克·吐温的几本小说。特斯拉发现它们跟他之前读过的东西都不一样，"如此吸引人，以至于让我完全忘了自己的绝望状态"。[47]多年以后特斯拉跟吐温成了朋友，并且当特斯拉把这个故事讲给他听时，吐温潸然泪下。

一旦恢复了气力，特斯拉就在克罗地亚卡尔洛瓦茨（Karlovac）的高级普通预科学校继续学业。在那里和特斯拉住在一起的是，姑姑斯坦卡和姑父班科维奇

上校（Colonel Bankovic），“一匹身经百战的老战马”。卡尔洛瓦茨位于四条河的交汇处，地势低，多沼泽，特斯拉在那里感染了疟疾，并被施以大量奎宁治疗。

米卢廷没有动摇让儿子追随自己从事司祭职业的决心，所以才送儿子到卡尔洛瓦茨学习以便为神学院的学习做准备。一方面这种前途让特斯拉害怕，另一方面他发现自己对物理学的兴趣日增，特别是电的研究。在卡尔洛瓦茨他最喜欢的老师是物理教授，他采用演示模型授课，其中一些模型是他自己设计的。其中特斯拉最着迷的是英国科学家威廉·克鲁克斯爵士发明的辐射计。辐射计由真空灯泡里枢轴上的四片锡纸叶片组成，特斯拉兴奋地看到叶片在强光下迅速转动。忆及他的教授展示这个不寻常的设备时，特斯拉说：“我在目睹他展示这些神秘现象时所经历的强烈感受是难以言传的。每一个印象都在我的头脑中回荡了千百次。对这种奇妙的力量我想了解更多。”说到做到，他阅读了他能找到的关于电的一切，并且开始试验电池、感应线圈和静电起电机。尽管他热爱这些研究，但是特斯拉知道他的父母希望他从事司祭职业，只好“痛心地顺从不可避免之事”。[48]

父亲的许诺

在卡尔洛瓦茨完成了学业后，特斯拉打算返回戈斯皮奇的家里，不过在动身前收到父亲的消息让他到山里去打猎探险一阵子。由于父亲向来不赞成狩猎，特斯拉对这个指示感到迷惑，他决定不理它，并且回了家。回到那里他才发现该镇霍乱疫情肆虐，那也正是米卢廷提议他去狩猎旅行的原因。一回到家，特斯拉就病倒了，他卧床不起，疲弱地挣扎了九个月。他的病情恶化，发展成“水肿、肺部问题和各种疾病，最后连棺材都订了”。[49]

在特斯拉看似濒临死亡的特别严峻时刻，父亲冲到他身边并鼓励他重振力量。望着父亲苍白而又焦虑的脸，特斯拉说：“如果你能让我学习工程学，可能我就好了。”尽管违背了自己的意愿，但是米卢廷不想再失去一个儿子。父亲郑重许诺：“你会上世界上最好的技术学院。”而特斯拉“知道他言出必行，顿觉心头

重重一振”。在这个许诺的力量下，再加上草药治疗（“一种特别的豆子煎出来的苦汤”）的一点帮助，特斯拉“就像另一个拉撒路，在众人的无比惊讶中”活过来了。[50]

尽管特斯拉急于开始他的工程学习，但他和他的家人现在面临另一个障碍：特斯拉已经到了服役的年龄。在那个年龄，居住在克拉伊纳的塞尔维亚人会被要求在奥地利军队服役三年。尽管他们可能能把他安排到他一个姐夫的兵团，米卢廷还是担心他的儿子还不够强壮因而经不起军队生活。因此，尽管逃避兵役是一项重罪，米卢廷还是决定特斯拉应当从戈斯皮奇消失并藏在山里，与此同时他和兄弟们好为儿子的未来想出个办法。从 1874 年早秋到次年夏天的九个月里，特斯拉辗转于克罗地亚的山间，“身着猎人的装备并带着一捆书”。[51]

森林里的流浪生活让特斯拉的体力和脑力都更加发达。在远足的同时，他还做了几个有远见的发明。例如，他开发了一个在各大洲之间通过海底管道运送信件和包裹的方案。邮件会被放在球形容器中，然后在管道中通过液压投送过去。尽管他精心设计了用抽水机使水在管道中高速流动的方法，但他没有意识到流体速度越高，管道壁对流体流动的阻力也会越大；结果可想而知，他不得不放弃了这个宏大的想法。

另一个方案涉及建造一个环绕地球赤道的环路以改善旅客的旅行。特斯拉想，通过应用适当的反作用力，当地球持续转动的时候，这个环能保持静止。那么人们将会坐在这个环上旅行，等到目的地在下方出现，就跳回地球上。特斯拉认为这一计划能让人们每小时旅行大约一千英里，不过他承认不可能建成这个环。这些不切实际方案揭示了特斯拉从一开始就展望覆盖全球的系统，那也是在他的无线电力工作中举足轻重的主题。在虚构这些方案的过程中，特斯拉认识到他生成心智图像的强大能力。他不仅能使用他的想象力进行奇妙的旅程，还可以把这个天赋导向新机器的创造。他后来提到：“我很高兴看到自己能用这个完美的天赋进行视觉化思维。我不需要模型、图纸或实验。我能在头脑中栩栩如生地把它们画出来。”而且对特斯拉来说，以心智图像的方式工作也意味着他能专注于识别与探索发明背后的理念。[52]

但特斯拉是怎么知道找出作为发明基础的理念是那么重要？我怀疑这个寻求理念的意愿发端于他在塞尔维亚正教会从父亲和舅舅那里获得的宗教信仰。

就像所有的基督徒，正教会相信圣父、圣子、圣灵三位一体。在西方基督教，他们进一步相信，通过圣子，“道成了肉身，住在我们中间”（《约翰福音》1：14），并且通过道成肉身，耶稣生活在地球上，并为我们的罪死了。然而在正教会看来，神之子就是道这件事具有更深的含义；卡利斯托斯·瓦雷主教解释道：

> 三位一体的第二个位格是神之子，也就是他的“道”或逻各斯……就是以人的身份从圣母马利亚生在地上的伯利恒城的那一位。但是作为道或逻各斯，他在道成肉身之前也在施为。他是弥散在万物中的秩序与目的的基本原理，吸引万物在神那里同一，并因此让宇宙万物成为“宇宙”（cosmos），即一个和谐完全的整体。造物主–逻各斯已赋予每件事物它自己内在的逻各斯或基本原理，从而让那个事物成为它自己，并同时吸引那个事物指向神。我们人作为工匠或制造者的任务是识别存在于每件事物中的逻各斯，并显明地呈现它；我们不是力图主宰，而是协作。[53]

对于正教基督徒来说，物质宇宙不仅井然有序，而且它当中的每一件事物（自然的和人造的）各有其天赋的基本原理，即能被人所发现的逻各斯。事实上，人（不论是作为工匠、制造者，还是发明者）能赞美上帝的方式之一便是找出万事万物的逻各斯。因此，正教会的以神之子为道或逻各斯的信仰可能促使特斯拉去寻求其发明背后的理念。

可以肯定的是，尽管特斯拉后来在生活中称自己为基督徒，不过他似乎没去过正教教堂或实践他的信仰。然而，这并不意味着他的宗教背景跟他的发明方法之间毫无关系。事实上，在正教司祭（他的父亲和舅舅们）的环抱中长大，特斯拉不可能没吸收他们世界观中的某些方面；他对找出每个发明背后的理念的兴趣根植于他们的信仰。

家训

当特斯拉结束山区旅居返回戈斯皮奇的时候，他得知父亲已遵照诺言帮他从军事前沿管理机关获得了奖学金。这笔奖学金将会每年支付 420 基尔德，为期三年，使得特斯拉能去上奥地利格拉茨（Graz）的约阿内理工学校。完成学业之后，特斯拉将欠军事当局八年兵役。[54]

当特斯拉准备离开戈斯皮奇以开始在格拉茨的学习时，妈妈送给他一个自己做的肩袋。这个袋子色彩斑斓，刺绣精美，是出自特斯拉家乡利卡省的特有纺织品。特斯拉很珍视这个袋子，并且终生都带着它。[55]

就像特斯拉把这个袋子当成对家人和家园的有形纪念，我们也可以探讨一下他在离家赴格拉茨时带走了什么无形的东西。作为居住在奥地利军事前沿的塞尔维亚人，他两边的祖父母都学会了如何在异乡求生；他们已经学会了通过进入对他们开放的神职和军事职业而与奥地利当局和平相处。我们会看到，来自这一背景的特斯拉将会为适应美国生活做好准备，他将具备作为一个在 19 世纪 80 年代来到纽约的移民而在美国迅速上升所需的情感和智力资本。与此同时，我们可能也会猜测，特斯拉在克罗地亚作为“外族”成长的经历是否也导致了他在成年后对陌生人小心多疑，从而经常选择不与人来往。

从母亲和父亲那里，特斯拉带走了将会使他很好地成为发明家的特质。他从母亲那里继承的，不只是灵巧的手工，还有那种从创造有用事物中获得满足的意识。尽管与父亲关系紧张，特斯拉还是吸收了父亲作为社会改良者的某些价值观。特别是，随着年龄增长，特斯拉对从发明中赚钱变得不那么感兴趣，而是更关心发明怎样帮助人类。他父亲希望教育和政治自治能改善塞尔维亚人的生活，与之非常相似的是，特斯拉逐渐开始相信他的发明（例如无线遥控船和无线电力）将会结束战争，并开辟一个全新而繁荣的时代。

不过最重要的是，特斯拉在少年时代逐渐掌握了对发明来说至关重要的智力能力。他生而具有异常强大的视觉想象力，强大到以致有时他不能分辨臆像和现实。然而，作为一个青少年，特斯拉学会了如何控制、引导和指引这种想象力。

起初他只是在头脑中进行精心设计的旅行，但他慢慢发现他能控制其想象力用以构想新的机器。为此，特斯拉学会了必须在任凭想象力自由驰骋与约束想象力以完成一台新机器的详细实现之间取得平衡。他也借鉴了自己的正教宗教背景，知道一个发明背后必有其基本原理，即理念。对于自己能用想象力找出那些原理并设想新技术，特斯拉喜不自胜，并从心底里知道他想成为一个发明家。因此，当特斯拉把农民包轻轻搭在肩上向格拉茨进发的时候，他离开了利卡的家，也带走了助其圆发明家之梦的传承、特质和技能。

第二章
电动机之梦
（1878—1882）

特斯拉于 1875 年秋到达格拉茨，开始了在约阿内理工学校的学习。约阿内成立于 1811 年，当时是作为约翰大公送给施蒂利亚（奥地利的一个省）的公爵们的礼物，并于 1864 年成为一间理工院校。与在维也纳、布拉格和布尔诺的院校一道，约阿内是奥匈帝国提供工程学位的四间学校之一。[1]

尽管学校提供学习土木工程的课程，特斯拉最初还是报读了数学和物理学，目的是将来做教授。[2]这样做，他就能追随约瑟夫叔叔的脚步，因此特斯拉选择数学和物理学的原因也许是为了取悦父亲。尽管很想支持这个剩下的儿子，米卢廷可能还是觉得很难想象特斯拉当工程师能干些什么，然而做数学教授或教师看起来可能更像一个靠谱的职业。[3]

电学入门

在约阿内，特斯拉很擅长数学，然而他最喜欢的课程是雅各布·波西尔（Jacob Pöschl）教授讲授的物理学。特斯拉回忆说："波西尔教授很特别；说到他，据说他同样的外套穿了二十年。然而，他授课时的完美阐述足以弥补他在个人魅力方面的欠缺。我从未见过他用错一个词或一个手势，并且他总能如同钟表般精密地完成他的论证和实验。"[4]

在波西尔的课堂上，特斯拉获得了一套进入电学之门的系统化方法。假设波

西尔也像其他典型的 19 世纪电学讲师那样，那么他就多半会提供一个电学的历史概览，从古希腊人讲起，并逐步进展到直流发电机和电气照明的最新发展。为了能了解特斯拉后来在电方面的发明，让我们按照波西尔在 1876 年左右为特斯拉所传授的那样，回顾一下电学入门的重要主题。

虽然早在古希腊时期，人们就知道琥珀摩擦丝绸能产生静电，然而我们对电的现代理解始于 17 世纪后半叶和 18 世纪。一些研究者如亨利·卡文迪什和本杰明·富兰克林系统化地研究了静电。这些自然哲学家的研究集中在怎样让不同的物体带电，以及其所发出的火花问题。19 世纪初，电气科学迅猛发展，从对静电荷的研究扩展到对当时被称为动电（或电荷如何流经导体）的研究。在路易吉·加尔瓦尼工作的基础上，亚历山德罗·伏打于 1800 年证明了把两种金属隔以在酸中浸泡过的纸交替放置就能产生电荷流动。伏打用金属与浸过酸的纸所做的叠层，被称为电堆，是世界上第一个电池。当化学家和哲学家们还在热烈争论是什么导致伏打电堆中产生电的时候，其他科学家已经在用它进行新的实验了。[5]

在这些科学家当中有汉斯·克里斯蒂安·奥斯特，他在 1820 年发现了电与磁之间的关系。奥斯特把一根导线接到伏打电堆，然后在导线下放了一个磁罗盘。让奥斯特惊奇的是，当他把导线与电堆连接或断开的瞬间，罗盘的指针会发生偏转。安德烈-马里·安培重复了奥斯特的实验，并且确定了是电荷流动（即电流）在与指针的磁力相互作用并使之运动。但电流、磁力与运动之间的确切关系是什么呢？

1831 年，迈克尔·法拉第回答了这个问题。通过采用一个环形导线线圈和一个条形磁铁，法拉第证明了电磁感应定律。法拉第发现，如果把磁铁在环形线圈中移进移出，就能在线圈中感应或产生电流。反之，如果让电流通过线圈，磁铁也会相应地运动（图 2.1）。然而，不管是为达到产生电流还是产生运动的效果，都需要把线圈与条形磁铁配置成互相垂直。事实上，感应出的电流方向是在与线圈和磁铁都垂直的第三个方向上。今天的工程师称之为右手定则（图 2.2）。

法拉第进一步认识到奥斯特关于只有当打开或关闭电流的瞬间罗盘针才会偏转（而当电流稳定地通过导线时，罗盘针不会偏转）这一观测的意义。法拉第推测磁铁和电线圈各自都被一个电磁场（通常被描述为一系列力线）包围，并且当

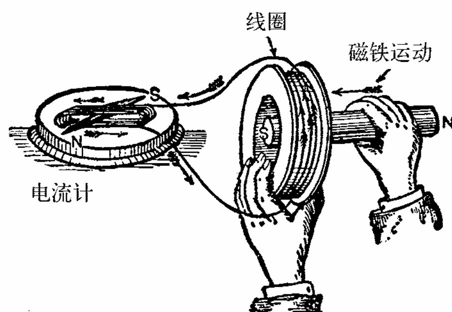


图 2.1　法拉第电磁感应原理

通过把条形磁铁在线圈中移进移出，法拉第就能感应产生使电流计指针来回摇摆的电流。
图片来源：*Hawkins Electrical Guide* (New York: Theo. Audel, 1917), 1:131, fig. 130.

其中一个场发生改变时就能产生电流或运动。当打开或关闭奥斯特导线中的电流时，也就为导线周围的场提供或切断了能量，并且这个变化与罗盘针周围的磁场交互作用，导致指针摆动。正如我们将看到的，变化的场能感应出电流或产生运动这种认识对特斯拉的电动机工作来说是必不可少的。

19 世纪中叶几十年的情况表明，很难让科学家们完全领会法拉第理论的精妙之处。然而，通过着眼于法拉第用以证明其想法的小模型，实验者和仪器制造者们迅速把握了其想法的精髓，并改装出各种各样的发电机和电动机。对于这些动手派的研究者来说，法拉第电磁感应定律可归结为：如果想建造发电机，就把导体穿过磁场，那么导体中就会感应出电流；同样地，如果想做个电动机，那么就用电流产生出可导致磁铁或导体运动的电磁场。[6]

在运用法拉第发现的电磁感应时，实验者们很快为发电机和电动机增加了几个新特性。首先，为了发电，他们想利用来自手动曲柄或蒸汽机的旋转运动。反过来，他们也谋求能采用电流来产生旋转运动的电动机。其次，研究者们也开始渴望电机能产生或消耗像来自电池那样的电流，他们

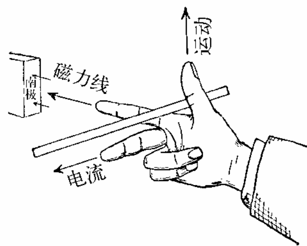


图 2.2　右手定则图解

电气工程师用这个规则来记住导体通过磁场时如何感应出电流。如果导体（例如图示中的杆状物）沿拇指方向运动，它就会切割磁场中食指方向的磁力线，所产生的电流将会在导体中沿中指方向流动。

图片来源：*Cyclopedia of Applied Electricity* (1905), Part II, fig. 5, p. 9.

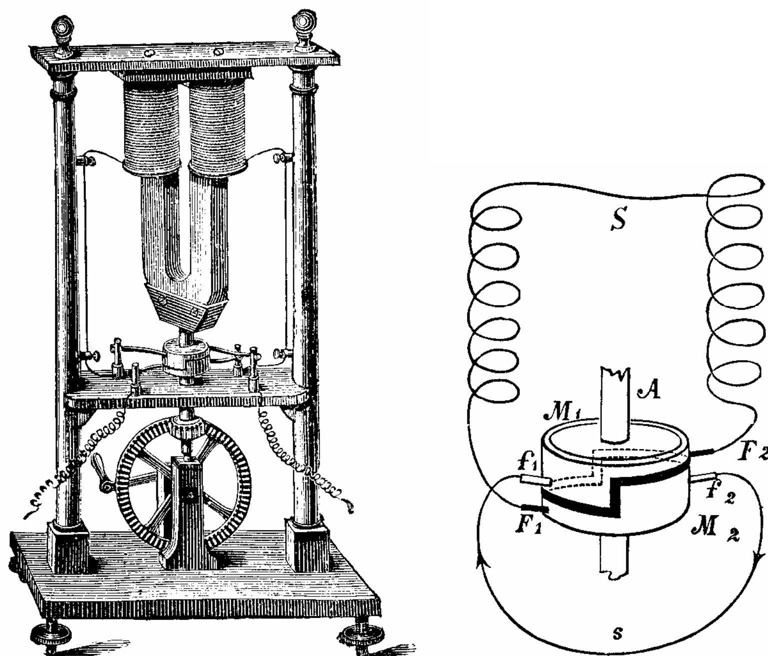


图 2.3　伊波利特·皮克西的磁力发电机，带有诞生于 1832 年的首个换向器

左图显示了磁力发电机，而右图则详细描绘了换向器。转动机器底部的曲柄就能操作这台磁力发电机。转动曲柄导致机器顶部的电磁铁下方的马蹄形磁铁旋转。当马蹄形磁铁运动时，其磁场在电磁铁中感应出电流。这个电流流经机器垂直支架上的导线并到达位于曲柄与马蹄形磁铁之间的轴上的换向器。电流经由两根卷曲的导线离开磁力发电机。

如右图所示，换向器位于轴 A 上；轴 A 把磁力发电机底部的手动曲柄和齿轮组跟旋转磁铁连接起来。换向器由两个空心圆柱形金属件（M_1、M_2）和四个金属弹簧或电刷（F_1、F_2、f_1 和 f_2）组成。触片 M_1 和 M_2 彼此电绝缘，如图中它们之间的深黑色线所示。S 代表磁力发电机顶部两个电磁铁中的电流通路，而 s 代表磁力发电机外部的电路。

当轴 A 旋转时，四个电刷沿触片的表面滑动。当马蹄形磁铁旋转时，在电路 S 中感应出电流并通过 F_1 和 F_2 送到换向器。电流通过电刷 f_1 和 f_2 离开磁力发电机。如果触片 M_1 和 M_2 被正确地定位在轴上，那么电刷 f_1 与 f_2 就会刚好在电路 S 中的电流方向发生反转的时刻通过触片之间的绝缘层。这样，换向器就能把马蹄形磁铁在电磁铁中感应出的交流电转换成直流电。

图片来源：Alfred Ritter von Urbanitzky, *Electricity in the Service of Man* (London, 1886), figures 213 and 214 on pp. 228–229.

希望能使用拥有稳定电压的电流，也就是所谓直流电流（DC）。19 世纪四五十年代，通过中断直流电流以发送信号的电报系统的快速发展可能助长了直流电的风靡。

为了同时确保这两种特性（旋转运动和直流电流），电气实验者们采用了一个换向器。在发电机和电动机中通常都有两组电磁线圈：固定的一组被称为励磁线圈或定子，而旋转的一组被称为转子。而换向器是这样一个设备，电流经由它进出转子。换向器是由伊波利特·皮克西（Hippolyte Pixii）1832 年在巴黎推出的，并进而成为直流电动机和发电机中必不可少的部件（图 2.3）。

要理解换向器是如何工作的，我们要依次看一下发电机和电动机的内部运作（图 2.4）。根据法拉第电磁感应定律，当转子旋转并切割穿越励磁线圈所造成的磁场时，发电机中就会产生电流。如果我们只是追踪由转子线圈中的一条回路所造成的电流通路，我们可以看到，当回路向下摆动穿过磁场的时候，就会感应出向一个方向流动的电流（按照如图 2.2 中的右手定则所示）。同样地，当回路继续旋转，然后它会向上摆动穿过磁场并感应出向相反方向流动的电流。如果希望使用这个交流电（AC），那么只需在转子回路的两端各自连接一个滑环，这样就能引导电流离开发电机。然而，如果像许多 19 世纪的实验者们那样想得到直流电，那么就需要在发电机的一端收集所有流向一个方向的电流，而在另一端收集所有

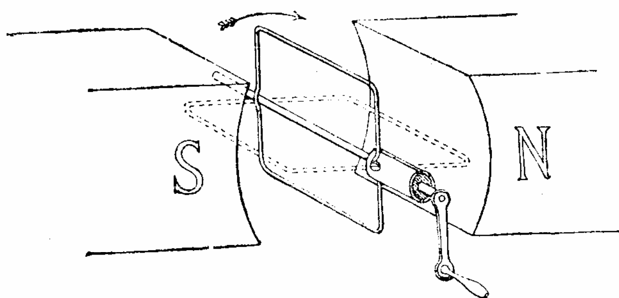


图 2.4　发电机的示意图

N 和 S 是定子的磁极。转子显示为附在轴和曲柄上的方形导线回路。换向器是两个位于回路与曲柄之间的半圆柱体。如果转动曲柄，转子就会旋转穿过定子的磁场并且转子中会感应出交流电。这个电流将会流向换向器并在那里被转换成直流电。

图片来源：S. P. Thompson, *Dynamo-Electric Machinery*, 3rd ed. (1888), fig. 10 on p. 36.

流向相反方向的电流。为了达到这一要求，需要在转子轴上放置一个由金属圆柱体组成的换向器，该金属圆柱体被分割为几个互相绝缘的扇形柱体（图 2.5）。两个静触头或电刷靠在圆柱体的两侧并被恰当地安装定位，以确保当转子中的电流反转方向时，触片与电刷的连接也发生反转，因此发电机送出的电流总保持同一方向。

在直流电动机中，换向器几乎以同样的方式工作，不过其作用是把电流发送到转子。通过换向器，我们可以使电流流经转子线圈中的回路，并在回路周围产生一个电磁场。同时，我们也可以使电流通过电动机的励磁线圈或定子线圈从而设置另外一个电磁场。现在，如果可以使围绕转子回路的电磁场与定子线圈产生的场保持同向,那么这两个场就会互斥从而导致转子转动。（回想一下在磁铁中异极相吸，同极相斥。）然而，当回路摆到另外一边时，就需要一个向相反方向流动的电流以产生一个被定子场排斥的场。因此，为使转子连续旋转，就需要定期反转电流以确保转子线圈的不同部分始终具备适当的场从而被定子线圈所产生的场排斥。这个电流反转是由换向器提供的，在这里换向器的功能是充当一个旋转开关，把电流以适当的方向发送到转子线圈的各个部分。

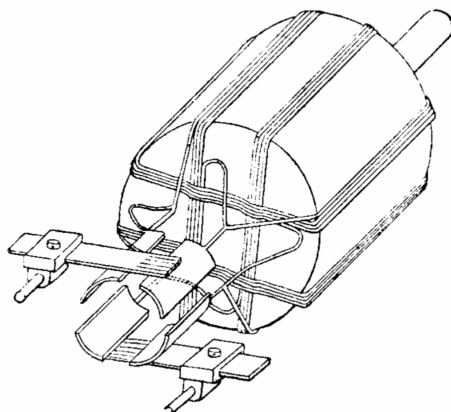


图 2.5　换向器在发电机中的示意图

换向器由四个半圆形触片和两个水平电刷组成。通常，触片之间包含绝缘体，不过没有在这个图中画出来。在这个示意图中，触片连接到缠绕在鼓形转子上的线圈。随着转子在磁场（未画出）中旋转，线圈中就会感应出电流并流向触片。电刷通过接触触片收集电流并携带到发电机外部。

图片来源：S. P. Thompson, *Dynamo -Electric Machinery*, 3rd ed. (1888), fig. 25 on p. 42.

我们在这里稍为深入讨论了换向器如何在直流电动机和发电机中工作的一些细节，这是因为换向器是旋转电机的关键部件。然而，换向器也曾是（并且现在仍是）直流机的阿喀琉斯之踵：它们制造复杂并往往会迅速磨损。如果触片之间电绝缘不够充分或电刷因调整不当而同时触及太多触片，换向器常常会发出火花。我们马上将会看到，特斯拉一开始就断定换向器是电机中的核心问题并着手消除之。

换向器火花之挑战

那是在1876—1877年波西尔的一次授课中，开发交流电动机的挑战首次呈现在特斯拉面前。[7]学校最近从巴黎购得了一台格拉姆直流发电机（图 2.6）。这台机器由比利时仪器制造者泽诺布·T. 格拉姆（Zenobe T. Gramme）开发，电气实验者们兴奋于它能产生更强大更稳定的直流电。到19世纪70年代末，有好几个欧洲发明者利用格拉姆直流发电机为最早的一批商用弧光灯照明系统供电。[8]

波西尔教授使用这台新的格拉姆直流发电机向学生讲解电流。直流发电机的一个普遍用法是用来演示电如何把能量传输一段距离。这个特性是由格拉姆公司的伊波利特·方丹（Hippolyte Fontaine）1873年在维也纳的万国博览会上首次揭示的。方丹用一台格拉姆直流发电机产生一个电流，然后通过导线送到另一台直流发电机，这第二台发电机充当电动机。[9]电气技师们振奋于这个演示，因为它揭示了在工厂和交通运输中使用电动机的潜在可能。在此之前，人们认为电动机只能由昂贵的电池提供能量，因此只有有限的应用，而现在方丹展示了电动机可由直流发电机带动。此外，方丹首次演示了在机器上即使没有通过低效的轴、传送带或传动绳连接的蒸汽发动机，也能把能量从一处传到另一处。现在可以有这样一个电力传输系统，使得人们能在方便的时候发电然后在需要的时候用电。

为了演示以电的形式传输能量，波西尔在他的格拉姆直流发电机上接了一个电池，以便把发电机当电动机来用。[10]尽管可以把直流发电机当电动机用，然而需要仔细调节换向器电刷以防止出现火花。波西尔难以调节格拉姆直流发电机的电刷，特斯拉回忆道：“当波西尔教授演示把这台机器当电动机来用的时候，电刷

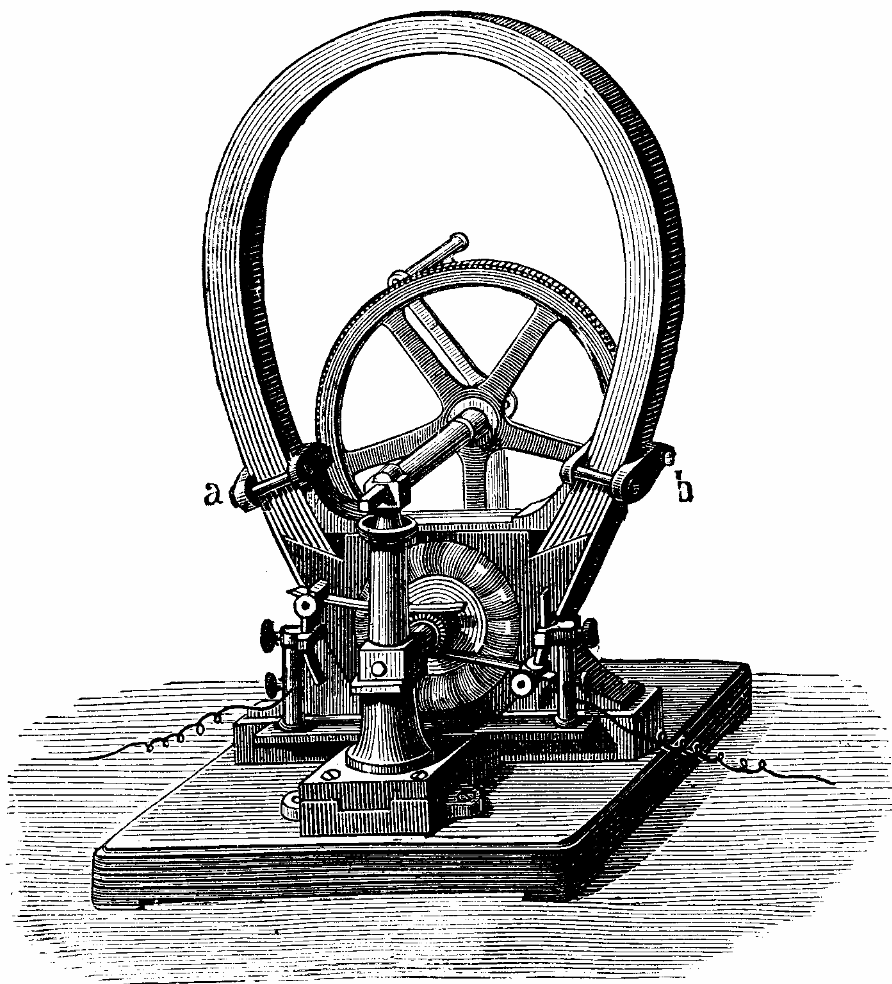


图 2.6 课堂演示用的格拉姆直流发电机

图片来源：Alfred Ritter von Urbanitzky, *Electricity in the Service of Man* (London: Cassell, 1886), Fig. 232 on p. 251.

出了麻烦，产生了严重的火花。我提出不用这些配件也可能可以操作电动机。但他宣称不可能做到，并让我有幸就这一主题做了一个演讲。而他对这一演讲的评论是：‘特斯拉先生可能会大有可为，但这件事他肯定做不到。这件事当中的情形就好比是把一个像重力那样的稳定的拉力转换成一个旋转的力。而特斯拉的想法可是一个永动机方案，是不可能实现的。’”[11]

尽管这位好教授波西尔的意图可能是为了防止特斯拉的意见干扰其他学生理解电动机如何工作，但他就着特斯拉的插话提出了一个更一般的观点。19 世纪的科学家和工程师们清楚地知道工业革命中用以驱动机器的旋转运动不是天然现成的。许多力（例如重力、磁力或电流）通常表现为线性力，这意味着它们是单一方向的推力或拉力。为确保从这些线性力中获得想要的旋转运动，需要某种转换设备。如果想了解这些转换设备的例子，只需看一下水车如何转化河流的线性流动，或蒸汽机的曲柄和飞轮如何把活塞的往复运动转换成旋转运动。对波西尔来说，换向器是个转换装置，它把线性电流转换成导致转子旋转的一系列交替脉冲。由于这些转换设备总是在从线性运动到旋转运动的转换中吸收了一些能量，因此特斯拉的想法（无换向器的电动机）在波西尔看来违背自然规律，所以嘲弄地称之为永动机方案。

波西尔本想他的评论能抑止特斯拉的奇思怪想，没想到却激起了特斯拉的胸中猛虎。面对冒火花的电刷和波西尔的责难，特斯拉明显感受到了挑战。特斯拉后来回忆道："本能在某种意义上超越了知识。毫无疑问，当逻辑演绎或大脑的任何其他有意的努力徒劳无功的时候，我们拥有能使我们感知真理的某些更细的神经纤维。有一段时间慑于教授的权威我动摇过，不过我很快相信我是对的，并怀着初生牛犊的满腔热血与无限信心承担了这个任务。"[12]

在头脑中设计交流电动机

为了能承担起建造无火花电动机的挑战，特斯拉放弃了成为教师的计划，并于在约阿内的第二年改学工程课程。就像 19 世纪 70 年代后期欧洲和美国工程学校的典型情况那样，这个课程体系专注于土木工程而不是电气工程。所以当特斯拉在 19 世纪 80 年代后期首次向记者描述他的教育背景时，他声称自己在约阿内是被培养为土木工程师。[13]

尽管特斯拉的工程学习可能会促使他建造电动机测试模型并进行实验，但是他仍旧选择在想象中研究这个问题："我开始先在头脑中想象一个直流机，开动它

并跟随转子中电流的流动变化。然后我就想象一个交流发电机并以类似的方式研究其所发生的过程。接下来我就形象化地设想多个包含电动机和发电机的系统并以各种方式操作它们。我看到的图像对我来说是完全真实和切实存在的。”[14]

我们在这里看到，特斯拉分两步概念化了他的电动机。首先，尽管他是从思考类似于格拉姆发电机的直流机入手的，然而他已决定其解决方案将涉及交流电。鉴于 19 世纪 70 年代后期多数用电所做的工作都使用直流电，我们可能会好奇，他为什么能做出从直流电到交流电的转变。那时在巴黎，有两个电气技师，保罗·亚布洛奇科夫（Paul Jablochkoff）和迪厄多内·弗朗索瓦·兰丁（Dieudonné François Lontin），正在用交流电为同一个电路上的几个弧光灯供电。不过，不太可能特斯拉作为格拉茨的一个学生曾听说过他们的工作。[15]

相反，不是受到已有交流电动机的启发，特斯拉是在仔细检查了直流电动机是如何运作的之后才选择使用交流电。正如我们前面所讨论的，直流电动机中的转子转动，是因为在任意给定时刻，转子线圈中流动的电流会产生一个反抗定子线圈所确立的电磁场的电磁场。为保持转子旋转，换向器周期性地反转流经转子绕组的电流；当转子的一部分刚好从定子磁场的一边旋转到另一边时，换向器自动地反转电流，因而在转子的那一部分的电磁场就被定子场排斥。特斯拉想，既然电动机中的转子场有规律地交替变化，那么何不用发电机提供的交流电来产生这个场？特斯拉可能认为，通过使用交流电，由于换向器不再需要反转送到转子的电流，因此换向器冒火花问题会减轻。

其次，除了选择在电动机中使用交流电，特斯拉还决定不是只专注于一台电动机，而是“形象化地设想多个包含电动机和发电机的系统”。一个 1878 年的二年级工科学生是如何具备做这件事的足够知识，这又是一个未解之谜。当时，电气发明者们在构建直流发电机和弧光灯组合的系统，不过他们并没有把他们所做的事当成有意设计的系统加以描述。然而，波西尔可能告诉过特斯拉关于方丹在维也纳的演示，我们可以推测特斯拉可能从中抽象出把电动机和发电机当成一个系统的想法。方丹曾经通过把直流发电机和电动机连接在一起传输电力，而可能是连接这两个设备的挑战吸引了特斯拉。特斯拉对构建通过电池运行的电动机不

感兴趣，他想创建的是能与发电机一起有效工作的电动机。我们将看到，特斯拉的这个从系统角度思考的决定意味着，由于他将会操控电动机所在系统中的所有部件而不只是电动机的一些部分，因此他没有落入以任何特定方法思考电动机的窠臼。把电动机当作系统的一部分来思考被证明实为他最终成功的关键。

然而在做了所有的脑力操控之后，特斯拉还是没能想出一个可行的系统。“我开始思考并打算依据我头脑中产生的想法去制造一台机器，”特斯拉回忆说，“日复一日，年复一年，我不停地工作。”[16]

成长之痛

在约阿内的第一年，特斯拉是个勤奋的学生。“我下定决心给父母一个惊喜，”特斯拉写道，“第一年整整一年我都有规律地在凌晨三点开始工作，并且持续到夜里十一点，连星期天和假日也不例外。由于我的多数同学做事图轻松，我自然足以超越所有的记录。在那一年中我通过了九门考试并且教授们认为即使给我最高资格也不为够。”

特斯拉带着这些讨人欢喜的考试证明回到家里，兴奋地向父亲展示他的所成所就。然而，米卢廷指责了这些成就。“这让我的雄心壮志几乎荡然无存，”特斯拉说，不过后来，在他父亲死了以后，“我痛苦地发现了教授们写给他的一沓信，其效果是让他以为除非把我带离学校，否则我会过劳死。”惊吓于过劳将会使他失去第二个儿子，这位父亲试图抑制一下这位年轻人的学习热情。[17]

米卢廷的责罚令特斯拉心生疑虑：如此努力学习是否会有任何情感上的奖励？除了学业之外，人生中是否可能还有更多可为之事？根据前室友科斯塔·库利日奇（Kosta Kulišić）的说法，到了在格拉茨第二年结束的时候，特斯拉的态度经受了一个剧烈的变化。有一天，特斯拉遇到了一个德国文化俱乐部的会员，后者显然是嫉妒一个塞尔维亚人能学习这样好。这个讲德语的学生一边用手杖轻轻敲打特斯拉的肩膀，一边说：“为什么要在这里浪费时间；最好回家去‘坐冷板凳’，这样教授们就会赞你更多。”为回应这一挑衅，特斯拉没有回房间去学习，

而是决定要向同学们展示一下他也能像他们一样寻欢作乐。特斯拉开始与其他学生在格拉茨植物园游荡，在那里待到很晚，并过量地吸烟和喝咖啡。他学会了玩多米诺骨牌和象棋，并成为一名熟练的台球玩家。不过，最严重的是，他迷上了玩扑克牌和赌博。“坐下来玩纸牌，”特斯拉后来说，“对我来说是快乐的精髓之所在。”[18]

特斯拉于 1877 年秋天返回格拉茨，这是他的第三学年，然而他对狂欢和赌博益发感兴趣而不再上课，并且大学记录表明 1878 年春天他没有报到。这无疑导致了他的军事奖学金被取消。1878 年 9 月，特斯拉给位于诺维萨德的亲塞尔维亚报纸《蜂王》（*Queen Bee*）写信，请求帮助确保另一份奖学金以便他能在维也纳或布尔诺继续工程学习。特斯拉告诉报社，他因为生病才不得不放弃军事奖学金，而他现在也解除了“那沉重的义务”。关于资格，特斯拉宣称他现在能讲意大利语、法语和英语，并在信中署名为“尼古拉・特斯拉，技师”。[19]

但是出版《蜂王》的亲塞尔维亚团体拒绝了特斯拉的奖学金申请。在没有告知家人的情况下，特斯拉于 1878 年晚些时候离开了格拉茨并搬到位于奥地利施蒂利亚省（今天的斯洛文尼亚）的马里博尔（Maribor）。马里博尔距离格拉茨 72 公里，距离他在戈斯皮奇的家人 298 公里。在马里博尔，特斯拉在一个由名叫德鲁什科的师傅经营的模具作坊找到了一份绘图员的工作。到了晚上，特斯拉在火车站附件的一家叫作快乐农民的酒吧打发时间。一个偶然的机会，他的老室友库利日奇于 1879 年 1 月刚好经过马里博尔，并惊奇地发现特斯拉坐在快乐农民酒吧打牌耍钱。库利日奇很欣慰地看到他的朋友还活力十足，因为特斯拉从格拉茨失踪以前非常沮丧。当库利日奇问他是否想回格拉茨完成学业时，特斯拉冷静地回应道：“我喜欢这里；我为一个工程师工作，每月收入六十福林，每个项目完成时还能赚多一点。”[20]

库利日奇任由特斯拉玩牌和做工程工作，不过给特斯拉在戈斯皮奇的家人送了个口信说特斯拉住在马里博尔。1879 年 3 月，米卢廷去马里博尔恳求他的儿子回来，并提议说他可以在布拉格恢复学业。米卢廷尤为愤怒的是，他的儿子已经开始赌博，他认为那是一项毫无意义的浪费时间和金钱的活动。关于赌博的问题，

特斯拉回答道：“只要我愿意我随时都能收手，但放弃那我愿以身处天堂的快乐换取的活动，又是否值得呢？”特斯拉没有服从父亲并拒绝回家。沮丧绝望的米卢廷回到家里，一病不起。[21]

在父亲来访的几周之后，特斯拉在马里博尔被警察当作“流浪汉”逮捕，并被遣送回戈斯皮奇。[22]看到儿子被警察带回来，米卢廷心碎欲绝，于 1879 年 4 月 17 日（旧历）去世，享年 60 岁。第二天，司祭们从该地区的各处赶来并为米卢廷举行了一场“圣徒规格的葬礼仪式”。[23]

特斯拉在父亲死后不知道该做什么，留在戈斯皮奇继续赌博。母亲久卡就像父亲一样担心，不过她“知道一个人只有通过自己的努力才能获得救赎”，因此她采用了不同的方法。一天下午，特斯拉输了所有的钱还想再来一场，她给了他一卷钞票说：“去吧，玩得开心点。你越快输完我们拥有的一切越好。我知道你能过得了这道坎。”作为对母亲的回应，特斯拉直面赌瘾：“我当场就征服了我的嗜好……我不只是克服了，而且是从心里连根拔起，没有留下一丝欲望。”[24]

特斯拉最终决定他将尊重父亲的遗愿并前往布拉格的学校。为此，他找了舅舅佩塔尔·曼迪克（Petar Mandic）和帕夫莱·曼迪克（Pavle Mandic），他们同意资助他。由于特斯拉现在已决定在奥地利定居，因此去布拉格是合理的安排，并且在布拉格的大学里他可以进一步学习使他能在奥匈帝国立足发展所需要的语言。1880 年 1 月，特斯拉搬到布拉格，入读了卡尔-费迪南德大学。尽管他到得太晚没能赶上注册春季学期，他还是在夏季登记参加了数学、实验物理和哲学课程。[25]

特斯拉还选了卡尔·施通普夫（Carl Stumpf）的题为《大卫·休谟与人类智力研究》的特别课程。施通普夫向特斯拉介绍了把心智当作白板的概念：人类生而具有一个空白的心智，并在生活中通过感官的感知逐步成形。这与他已经开始形成的关于其想象力如何运作的观念是一致的，并且他后来于 19 世纪 90 年代将吸取施通普夫的想法以开发他的自动机或无线遥控船（参见第十二章）。[26]

在布拉格，特斯拉继续苦苦思考制作电动机的问题。“在那古老而有趣的城市中，其气氛有利于发明，”特斯拉记得，“那里充斥着求知若渴的艺术家，并且到

处都能找到靠头脑吃饭的公司。”[27]特斯拉在这种环境中感到亢奋，他回忆说：“我取得了决定性的进展，包括把换向器从机器中分离并研究在这种新情况下的现象，不过还是没有结果。”[28]他这里的想法是，把换向器放在独立的支架或柄轴上，使之离开电动机的框架。他可能认为他能通过增加转子与换向器之间的距离来消除火花。尽管这种思路尚未产生任何突破性的结果，然而想象这些机器的过程还是帮助特斯拉了解了电动机是如何工作的。“每天我都在想象这个计划的具体安排，虽然思而无果，”他提到，“但感觉到解决方案越来越近了。”[29]

在布达佩斯的洞见

在布拉格的时候是舅舅们资助了特斯拉，但是他们不能永远把他当学生资助。正如一篇早期的传记文章所说的，在布拉格时特斯拉“开始感到压力，并且越来越陌生于弗朗西斯·约瑟夫一世的形象”，也就是展现在货币上的当政奥匈帝国皇帝的肖像。最终，当舅舅们不再汇钱来的时候，他“成了思想发达生活朴素的典范；不过他下定决心要奋斗并决定完全靠自己的本事挺过去”。[30]1881 年 1 月，特斯拉离开布拉格搬到布达佩斯。

特斯拉选择布达佩斯是因为他在布拉格的报纸上读到，蒂瓦道尔·普什卡什（Tivadar Puskás）已经获得了托马斯·爱迪生的许可要在那里建造电话交换机，并让其兄弟费伦茨（Ferenc）监管该项目。由于费伦茨曾是胡萨尔轻骑兵团的一名中尉，而特斯拉的舅舅帕夫莱也在该兵团服役，所以特斯拉请求舅舅向费伦茨推荐自己以得到一份帮助建造新交换机的工作。[31]

普什卡什家族属于特兰西瓦尼亚贵族，而蒂瓦道尔年轻时学过法律和技术学科。蒂瓦道尔是一个发起人和企业家，曾前往美国寻找机会。在科罗拉多试手掘金之后，他开始对电报和电话感兴趣。[32]1877 年，普什卡什乘坐着豪华大马车并挥舞着一卷千元大钞在门洛帕克拜访了爱迪生，给当地留下了深刻的印象。爱迪生对普什卡什表示了喜爱，并向他展示了他当前所有的发明，包括留声机。普什卡什对他看到的每样东西都很激动，并提出他愿意自费在欧洲办理爱迪生的电话

和留声机的专利，目的是换取专利收益的 1/20。[33]这个交易可能让人好奇，到底是普什卡什占了爱迪生的便宜，还是爱迪生占了普什卡什的便宜。普什卡什担任爱迪生在欧洲的代理商多年，并积极参与电话、留声机和电灯的推广。

普什卡什向爱迪生提议说可以在欧洲的主要城市建立电话交换机。到目前为止，爱迪生和亚历山大・格雷厄姆・贝尔主要考虑了在连接两个位置的私有线路上安装电话机，而普什卡什的交换机计划（成百用户能通过交换台彼此连接）吸引了爱迪生。[34]带着爱迪生的祝福，普什卡什于 1879 年在巴黎设立了一台电话交换机。其兄弟费伦茨在帮忙设立巴黎的交换机后返回家乡布达佩斯，要在那里建立一台交换机。

但是费伦茨・普什卡什不能马上雇佣特斯拉。最可能的原因是，普什卡什兄弟还需要一些时间为布达佩斯的交换机筹措资金。相反，在普什卡什兄弟或其他朋友的帮助下，特斯拉谋得了匈牙利政府中央电报局的绘图员工作。尽管只有五美元的微薄周薪，然而这份工作让特斯拉接触到了实际的电气工作。“我很快赢得了总督察的注意，”特斯拉后来回忆说，“之后他让我从事关于与新站点连接的计算、设计和估算。”然而特斯拉发现很多的工作很无聊，包含了太多的例行绘图与计算工作，这让他不喜欢。“到那时他已为公共利益开了几十万个平方根和立方根，”据一篇报道说，“这个职位的局限性、低收入和其他问题让特斯拉明显感到痛苦。”[35]

不满于在电报局的工作，特斯拉辞了职并决定专心发明。像许多新手发明者一样，特斯拉自信能快速开发出一项能养活他的伟大发明。“他马上开始做出发明，”一个后来的故事提到，“然而这些发明只有在对之有信心的人眼里看来才有价值，所以它们没有带来什么实际帮助。”[36]饱受挫折的特斯拉“神经完全崩溃”并陷入深深的抑郁之中。[37]

特斯拉相信自己会就此死去，不过在一位新朋友安东尼・西盖蒂（Anthony Szigeti）的帮助下他最终康复了。在布达佩斯，他开始“接触到许多我感兴趣的年轻人。其中一位是西盖蒂先生，他是仁爱的标杆。他的头很大，在一边有一个可怕的肿块，并且面色萎黄，这都使他显得很丑陋，然而他自脖子以下的躯体可

以媲美阿波罗雕像”。西盖蒂“是一个拥有非凡体能的运动员，是匈牙利最强壮的人之一。他把我拽出房间并强迫我做体育锻炼……他救了我的命”。[38]就像特斯拉一样，西盖蒂也喜欢台球，然而他对电气玩意儿也感兴趣，并鼓励特斯拉继续概念化他的电动机。在西盖蒂的帮助下，特斯拉获得了

> 生活和继续工作的强烈愿望……我的头脑活力与健康一起恢复了……我要做一件事可不像一般人无志者常立志。对我来说那是神圣的誓言，是关乎生死的问题。不成功毋宁死……解决方案潜藏在我的大脑深处，然而我还不能把它外在地表达出来。[39]

为帮助特斯拉恢复体力，西盖蒂说服特斯拉跟他每晚在布达佩斯城市公园散步。他们在散步时讨论了特斯拉改善电动机的想法。在1919年的自传中，特斯拉说他在其中一次散步时获得了电动机问题的解决方案，就像一个尤里卡时刻：

> 我在回忆录中提到过，一天下午，我和朋友在城市公园里一边惬意地散步，一边背诵诗歌。在那个年龄我心里能记下整本整本的书，只字不差。其中一本是歌德的《浮士德》。太阳刚刚下山，让我想起了那恢宏的篇章：
>
> 落日西沉，白昼告终，
> 乌飞兔走，又促进新的生命流通。
> 哦，可惜我没有双翅凌空，
> 不断飞去把太阳追从！
> ……
> 一场美丽的梦，可是太阳已经去远。
> 唉！肉体的翅膀
> 毕竟不易和精神的翅膀作伴。
>
> 当我吟诵这些鼓舞人心的词句时，头脑中的想法如一道闪电般划过，刹那间，真理浮现在我眼前。我用棍子在沙里画了图，我的同伴完全理

> 解了，并且我在六年后向美国电气工程师学会（AIEE）的演讲中展示了这些图。[40]这些图非常鲜明而又清晰，又有着金石般的实在感，以至于我告诉西盖蒂："我的电动机在这儿，看我把它翻过来。"我那时的情绪，难以言表。[41]

通过歌德的落日西沉而去和隐形精神之翅的意象，特斯拉形象地设想了在电动机中使用旋转磁场。

这个日落与歌德的故事是如此充满了戏剧性，我们必须小心解读那个时刻。的确，特斯拉在1919年的自传中是用那种方式叙述他的交流电动机发明过程，但是在1903年的专利证词中，特斯拉**完全没有**提到跟西盖蒂一起在公园的时候有过一个尤里卡时刻。从法律的角度看，把发明的时刻设在1882年是有利的，因为这将支持特斯拉宣称他是发明交流电动机的第一人。[42]相反，特斯拉的专利证词表明他是花了时间去产生所有这些想法。此外，根据特斯拉在1882年可能具备的知识，他在布达佩斯的时候不太可能理解包含在他1888年AIEE演讲中的所有东西。

不管怎样，显然他在布达佩斯时有过重大突破。基于他在布达佩斯之前所知道的以及他在1883年和1887年所做的后续实验（参见第三章和第四章），这个突破包含三个相关的洞见：首先，特斯拉意识到不必发送电流而是利用感应出的涡电流就能让电动机中的转子旋转；其次，他意识到通过在定子绕组中创建旋转磁场就能在转子中感应出涡电流；最后，特斯拉预感到使用交流电总有办法产生旋转磁场。

先谈一下在19世纪的电学文献中经常被讨论到的一种设备——阿拉戈铜盘，将有助于探讨特斯拉在公园里散步时所获得的这些洞见。我必须强调，没有证据表明特斯拉知道阿拉戈铜盘并用到了电动机的思考当中，不过这个设备能帮助我们形象地理解特斯拉在布达佩斯时的所获所得。[43]

1824年，罗盘指针在其下方旋转铜盘作用下的古怪行为迷住了法国科学家弗朗索瓦·阿拉戈（François Arago）。如果铜盘旋转得足够快，罗盘指针不仅会偏

离指北而且还会开始旋转（图 2.7）。在阿拉戈报告了他的发现之后不久，英格兰的查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）和约翰·赫歇尔（John Herschel）证明了相反的现象：如果在一个置于轴上的铜盘下方旋转一个马蹄形磁铁，铜盘也会旋转。自然哲学家们对阿拉戈铜盘感到困惑并想知道磁力与运动的关系。

就像处理奥斯特实验的困惑那样，又是法拉第解开了阿拉戈转盘之谜——是电磁感应导致了其运动。通过实验，法拉第证明了当磁铁在铜盘下方旋转的时候，磁场的运动在铜盘中感应出电流漩涡（图 2.8）。法拉第称之为涡电流，并指出这些电流产生了一个反抗磁场的电场，铜盘在这种互斥作用下发生运动。[44]

让我们回到特斯拉，他那可能是在布达佩斯的公园里获得的第一个洞见是，意识到不必向电动机转子提供电流。正如涡电流导致阿拉戈的铜盘旋转，特斯拉也通过自己的脑力设计意识到电动机中的定子磁场能在转子中感应出涡电流并导致它旋转。套用歌德的隐喻，感应电流就是带动转子使之旋转的隐形之翅。

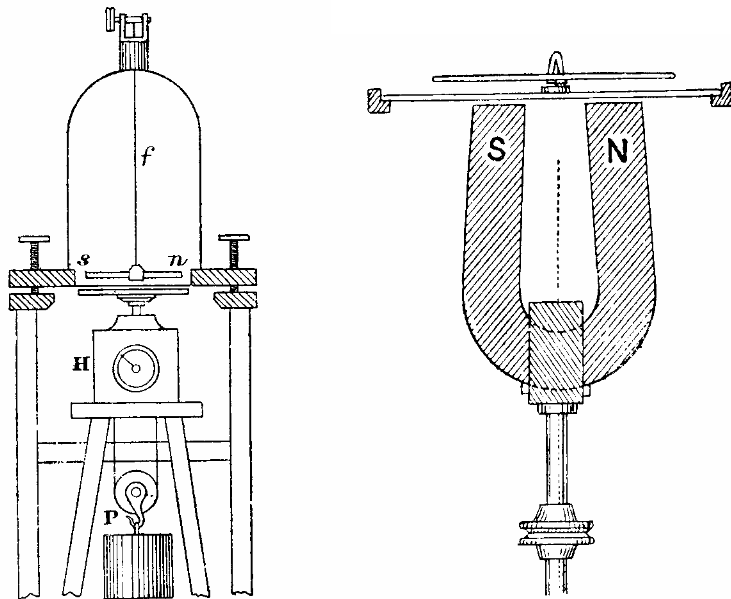


图 2.7　阿拉戈的旋转铜盘（左）以及巴贝奇和赫歇尔的改型（右）

图片来源：S. P. Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 2nd ed., (1900), figs. 315 and 316 on p. 423.

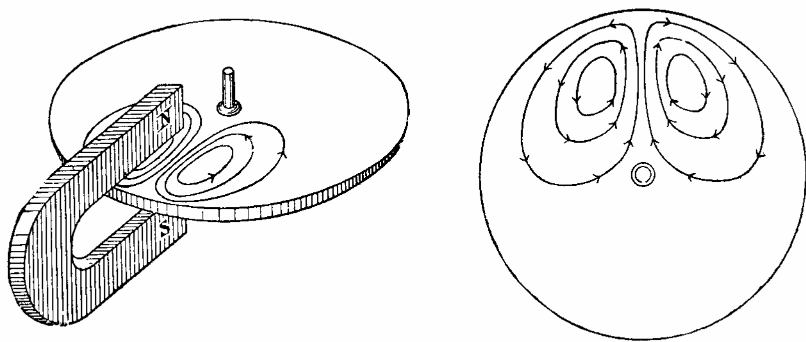


图 2.8　铜盘在磁场中旋转时产生的涡电流

图片来源：S. P. Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 2nd ed. (1900), fig. 319 on p. 425.

由于转子中能感应出电流，所以不必用换向器向转子提供电流。因此，他确实可以消除换向器及其火花。由于 19 世纪 80 年代早期的多数电气技师认为必须在转子和定子中都有电磁铁才能使电动机产生显著的机械力或扭矩，因此特斯拉不向转子提供电流的决定是对当时主流做法的重要偏离。[45]

在知道了感应电流能导致转子转动之后，特斯拉跟着快速找到了第二个也是最重要的洞见：为了在转子中产生电流，需要一个旋转磁场。一如巴贝奇和赫歇尔在铜盘下旋转马蹄形磁铁的情形，特斯拉现在意识到他的电动机的关键是在定子绕组中创建旋转磁场。当磁场在铜盘转子周围旋转时，应该能导致铜盘旋转。

值得注意的是，特斯拉是通过颠覆常规做法找到了他的第二个洞见。此前，多数电气专家设计的都是直流电动机，在其中定子磁场保持不变，而转子的磁极通过换向器改变。相反，特斯拉选择反过来做：与其改变转子的磁极，为什么不改变定子的磁极呢？特斯拉发现，如果定子中的磁场旋转，就能在转子中感应出一个对抗的磁场因而导致转子转动。我们将会看到，敢于颠覆常规、标新立异是特斯拉发明风格的一个显著特征。

然而与巴贝奇和赫歇尔不同的是，特斯拉不想通过在转子下方以机械方式转动磁铁而创建旋转磁场；有效的电动机应把电能转化为运动，而不是把运动转化为运动。那么特斯拉是如何用电流产生旋转磁场的呢？

这将把我们带到特斯拉在公园里的第三个洞见。基于他广泛深入的脑力设计，特斯拉预感到通过使用一个或多个交流电流总有办法产生旋转磁场。如果是这样的话，那么他的思想与同期英国物理学家沃尔特·贝利（Walter Baily）的想法类似，贝利于 1879 年报告了如何用两个电流使阿拉戈铜盘旋转。贝利用的不是马蹄形磁铁，而是在铜盘下方放了四个电磁铁（图 2.9）。贝利把这些线圈两两对角连接串联起来，然后他把每对电磁铁连接到旋转开关，该开关控制从两个独立电池到两对电磁铁的电流。当贝利旋转开关的时候，电磁铁被依次供电成为磁极的北极或南极，其效果是铜盘下方的磁场发生旋转。身为科学家的贝利似乎觉得知道电流能用于转动阿拉戈铜盘就已经够了，而这个电动机在他看来只是一个科学玩具。[46]

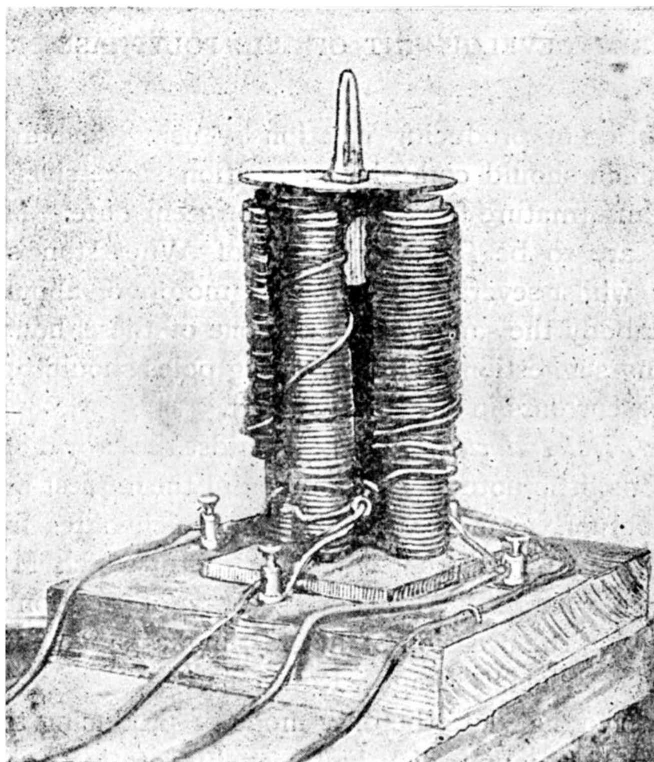


图 2.9　贝利 1879 年的电动机

图片来源：S. P. Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 2nd ed., (1900), fig. 330 on p. 438.

同样，也没有证据表明特斯拉 1882 年在布达佩斯的时候知道贝利的电动机。然而，贝利的电动机能帮我们形象地了解特斯拉通过自己的脑力设计获得的重要洞见——总有办法用一个或多个交流电流产生旋转磁场。特斯拉可能是在反思歌德的夕阳西下之后继而向前的意象时获得了这个使用交流电的直觉。事实上，特斯拉作为一个 26 岁的年轻人在仅凭想象力而没有参考阿拉戈铜盘和贝利电动机之类的设备的情况下获得了这一洞见，这是令人折服称道的。

30 年后，当专利诉讼结束的时候，特斯拉撰文讲述了他在布达佩斯时发明电动机的经过。他坚称他当时的想法是完善的："一个想法初现的时候一般来说是粗糙而不完美的。出生、成长和发展是一般事物正常而又自然的必经阶段。我的发明则不同。当我开始意识到它的那一刻，它就已经完善和完美地呈现出来……我的想象与现实实现并无二致。"[47]

然而，尽管有这些说法，那时的特斯拉不太可能明白交流电动机的一切。特别是，他可能不懂实际上如何使用两个或多个交流电。鉴于特斯拉在公园散步之前没有构建电机的第一手经验，他不太可能知道如何改装像贝利所做的那样的旋转开关，以控制来自两个电池的电流。同样重要的是，就此事而言，我非常怀疑特斯拉或任何其他电气发明者是否在 1882 年就能了解几个不同相位的交流电流是如何产生出旋转磁场的。[48]如果我们仔细检查特斯拉 1883 年在斯特拉斯堡构建的第一台电动机（参见第三章），那么他在布达佩斯所取得的突破性进展在许多方面的局限性就会变得更加清晰。

但不管怎样，在布达佩斯公园的散步是特斯拉的思想转折点。在那里，在西盖蒂的相伴下，凝视夕阳，特斯拉确实获得了对于如何在电动机中使用旋转磁场的某种理解。当时的设想可能是非常不完善的，然而特斯拉清楚地感知到他已经走在了成就大事的路上。他找到了职业生涯中的第一个宏大理念并决心全情投入加以充分利用。

这次散步也是他的情感转折点，因为他现在知道了自己的道路。在布达佩斯，他解决了由波西尔冒火花的电动机所引出的问题，并且在这个过程中，特斯拉确信了自己的创造力。"我实现了我所承诺担当的事情，并梦想自己名利双收，"他

后来写道，“然而超越这一切的是我从中所受到的启示：其实我是一个发明家。这是我想成为的人物。阿基米德是我心中的英雄。我很钦佩艺术家的作品，然而从我心里来说，那些只是世界的影子和表象。而我认为发明家带给世界的创造物是真实可感、生动活泼而又有效实用的。”[49]

创造性破坏与主观理性

在我们的视野离开公园里的特斯拉和西盖蒂之前，让我们花一点时间，不只从技术的视角，也从认知的视角反思一下特斯拉那天下午的洞见的本质。为此，我们需要把特斯拉跟经济学家约瑟夫・熊彼特关于创新与资本主义的创造性破坏的想法联系起来。

熊彼特关注创新在现代经济中所扮演的角色，并在作品中强调了有两种类型的创新活动。第一种是企业家和发明家们的创造性响应，他们以此引入全新的产品、流程和服务，被熊彼特视为资本主义核心特征的创造性破坏也正是在这个过程中表现了出来。最近，克莱顿・克里斯坦森把熊彼特的创造性响应描述为“颠覆性创新”，意指一些特定的公司有时会追求颠覆已有工业模式和改变消费者日常生活的技术。[50]

第二种是经理人和工程师们的适应性响应，他们以稳步与递增的工作方式建立公司结构、制造规程和营销计划以确保产品和服务的生产与消费。[51]显然，任何经济（特别是特斯拉时代的美国，从 1870 年到 1920 年）的成功依赖于取得创造性创新与适应性创新的恰当组合。然而，恰当的组合既非自动达成也不显而易见，因此商业与技术史学家们面临的重大问题之一是理解创造性响应与适应性响应如何共同运作。

特斯拉在公园里的创造性洞见使我们有机会研讨一下熊彼特关于创新的第二层解读。他提出在企业家的创造性响应和经理人的适应性响应背后是两种思考方法，他称之为两种理性。商人或经理人拥有的是**客观**理性，这意味着他们走出去，查看市场，衡量需求并相应地行动；“客观”的意思是说，该做什么的逻辑来自“在

那里”的世界。相比之下，熊彼特认为企业家采用的是**主观**理性；对他们来说，指导的逻辑来自内在（他们自己的思想、感觉和愿望），并且他们行动的基础是以内在逻辑影响外部世界。

为了解释主观理性，熊彼特假定一个商人遇到了一个效率工程师。由于商人的注意力放在交付客户想要的东西，因此他对工程师基于理论和计算获得的提高运营效率的建议不太感兴趣。商人着眼于市场的外部信号，因而他不能领会工程师基于科学和数学得出的内在逻辑；与此同时，工程师则不能把握消费者需求的重要性。熊彼特得出结论说：

> 我之所以提到这类案例，不只是因为它们本身重要且引发了众多不恰当的阐释，还是因为其中工程师的理性很好地说明了什么是主观理性，以及关注主观理性的重要性。工程师的理性首先是对目的形成清晰的概念，然后通过理性和有意识的努力设计出实现目的的手段。他对纯理性的新动向，比如发布在专业期刊上的一种新的计算方法，会迅速作出反应，但对外部的其他考量却相对较不关心。也就是说，由于其内在有意识地追求理性，工程师的理性运作方式因而显得独特。[52]

在我看来，把上述引文中的“工程师”换成“发明者”也不为过。许多发明者都是从对他们来说有意义的内在逻辑做起，并努力以一个新设备来体现他们的内在想法。

正如熊彼特中肯指出的，我们还没有充分解释清楚主观理性在经济生活中所扮演的角色。学者和大众不是去追踪发明家或企业家如何发展出颠覆性技术，而是假想地认为新想法的来源是不可知的，并把它们归结为直觉、天才或“本能感觉”。

然而，特斯拉的职业生涯提供了一个契机，使我们更能理解主观理性到底意味着什么。特斯拉的旋转磁场设想来自内心，但也不是无中生有。相反，他的洞见脱胎于持续的脑力设计，并成型于他当时浑然一体的各种想法、感觉和印象。可能熊彼特的术语“理性”不能恰如其分地表达特斯拉的工作，特斯拉所做的是

某种形式的认知处理。然而更为重要的是，随着我们深入特斯拉的故事，我们将看到主观理性的另一层意涵，即像特斯拉这样的发明家是如此深信他们的想法，以至于他们不惜努力去重整外部世界以把想法变为现实。在把他们的想法施加给世界的过程中，发明者们创造了革命性的技术，使得资本主义的创造性破坏得以发扬。不过在这种情况发生在特斯拉身上之前，对于电气技术行业他还有相当多东西要学。

第三章

在实践中学习

（1882—1886）

甘兹公司的交流电

带着在电动机中使用旋转磁场的洞见，特斯拉继续他的脑力设计。他深情地回忆说：

> 有一段时间，我全身心地沉浸于想象新机器和设计新形式的强烈享受之中。那是就我所知称得上完全快乐的一种精神状态。想法如溪水般不间断地涌来，而我唯一的困难是如何快速抓住它们。我所构思的仪器的每一个小部件对我来说都是绝对真实的，每一个细节甚至是最微小的标记和磨损的痕迹都历历在目。我很高兴地想象着电动机不断地运行，这样电动机就能在我的脑海中呈现出一幅更引人入胜的景象。当天生的倾向发展成为激情的渴望时，一个人就能大踏步地朝着目标迈进。[1]

当特斯拉沉醉于对理想中的电动机进行视觉化思考的创意流当中时，他的努力极大地受益于他 1882 年在布达佩斯伟大的制造工厂甘兹公司工作或参观时对交流电的所学。[2]该公司由亚伯拉罕·甘兹（Abraham Ganz）创立于 1844 年，开始是一间专业生产轨道车轮、大炮和子弹的铸铁厂。甘兹死后，公司扩展到水轮

机和面粉加工设备的生产，并于 1878 年再次扩展到电气照明的新领域。在卡罗伊・济佩尔诺夫斯基（Károly Zipernowsky）的引领下，甘兹公司开始建造和安装既能为弧光灯也能为白炽灯供电的系统。因此，对于一个对电着迷的年轻人来说，甘兹是一个在其中工作或只是看一看的理想地方。[3]

当特斯拉在甘兹的时候，他注意到一个破损的环形变压器被随意放置在车间的一个角落里。最可能的情况是，这个设备曾被用在交流串联电路中为弧光灯供电。在串联电路中，如果一盏灯坏了，那么所有灯都不会亮；为了克服这个问题，保罗・亚布洛奇科夫曾在他巴黎的照明系统中巧妙地安装了一个类似的变压器，因此电力能绕过损坏的灯泡并让其他灯泡保持亮着。不过亚布洛奇科夫用的变压器中有两个线圈缠绕在一个铁柱上，而甘兹破损的变压器则包含一个两边各缠绕一个线圈的大铁环。[4]在某个时刻，济佩尔诺夫斯基和甘兹的其他工程师开始研究这个环形变压器以找出为什么它不正常工作。在接下来的几年里，对于这个环形变压器之类设备的研究工作致使济佩尔诺夫斯基、奥托・布拉蒂（Ottó Bláthy）和米克绍・德里（Miksa Déri）开发出了使用变压器在广阔区域分配电力的早期交流电系统之一。（进一步的讨论，参见第四章。）事实上，1885 年甘兹公司最早安装的变压器保留了环形的形状（图 3.1）。

但在 1882 年，特斯拉不会知道济佩尔诺夫斯基、布拉蒂和德里将成为交流电力传输的先驱。相反，对特斯拉来说，那个破损的环形变压器是一个可以让他观察和思考的奇妙的装置。当交流发电机驱动环形变压器的时候，特斯拉一时好奇心起，在变压器顶部的木头表面放了一个金属球。让他高兴的是，随着电流流过，球开始旋转。当特斯拉观看球旋转的时候，他推断是由于两个不同的线圈缠绕而产生了两个不同的交流电。[5]就像我们在上一章的贝利电动机中所看到的那样，这两个电流产生了一个旋转磁场并进而使球旋转。这验证了特斯拉在公园里与西盖蒂散步时产生的预感：交流电能产生他的电动机所需要的旋转磁场。

可以肯定的是，在那个破损的环形变压器顶上旋转的球并没有向特斯拉揭示如何控制几个交流电以产生旋转磁场的方法；另外，球的旋转只是证实了特斯拉的电动机理念是可能的。特斯拉将用接下来的五年获得必要的知识和技能以驾驭



图 3.1　由济佩尔诺夫斯基、布拉蒂和德里于 1884—1885 年开发的最早的变压器，展示于布达佩斯的应用艺术博物馆

图片来源：http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DBZ_trafo.jpg.

电来完成他所要完成的事。但我们应当看到，通过这次的学习，旋转的球与环形变压器成为特斯拉表述其理念的关键方式。每当他思考或有机会实验他的电动机的时候，他会使用一个类似的缠绕着几个线圈的环，并且在环的中间他会放不同的金属物体，希望它们也能在旋转磁场中转动起来。[6]

加入巴黎的爱迪生机构

然而，当费伦茨·普什卡什终于能够雇佣特斯拉帮助安装新的电话交换机的时候，旋转球与旋转磁场的冥思只好马上中断了。特斯拉投入到改善交换机的工作当中，甚至开发出了一个新的电话中继器或放大器。[7]

一俟布达佩斯的交换机启动并开始运行，费伦茨·普什卡什就为获利把它卖给了一个本地商人。在布达佩斯交换机建造的同时，蒂瓦道尔·普什卡什一直在巴黎帮助推介爱迪生的白炽灯照明系统。现在蒂瓦道尔邀请特斯拉和西盖蒂来巴黎并帮他们在爱迪生机构找到了工作（图 3.2）。[8]

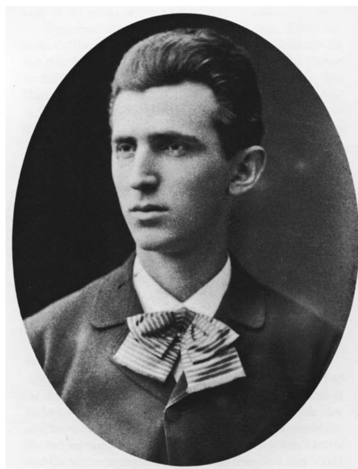


图 3.2　1883 年在巴黎时的特斯拉

图片来源：http://teslianum.com/.

由于法国法律要求在法国取得专利的发明产品也必须在那里制造，所以爱迪生派遣他最亲密的合作伙伴查尔斯·巴彻勒（Charles Batchelor）1881 年到法国去组建制造与安装爱迪生照明系统的公司。仿照爱迪生照明机构在美国的结构，巴彻勒在法国成立了三个独立的公司：爱迪生大陆公司（负责专利控制）、工业与商业公司（负责设备制造），以及爱迪生电气公司（负责系统安装）。为了制造白炽灯和直流发电机，巴彻勒在巴黎市郊的伊夫里建了一间工厂。[9]特斯拉似乎主要是在爱迪生电气公司工作。[10]

在伊夫里的爱迪生工厂工作时，特斯拉获得了直流发电机和电动机的大量实际工程知识。此前，特斯拉所做的主要是脑力设计，在头脑中可视化交流电动机如何理想地工作。现在特斯拉亲自了解了把头脑中的发明转化为实际机器过程中的问题。为了建造一台可工作的直流发电机或电动机，必须仔细考虑转子与定子线圈的适当比例；为了确保特定的电流输出，必须规划出线圈的长度和直径、导线的规格和匝数，以及机器的旋转速度。在 19 世纪 80 年代早期，这些知识还没有被转化为公式或设计规则；相反，那时电机的设计是基于反复试错和工艺知识。在爱迪生机构的工作当中，特斯拉学到了很多当时人们在直流发电机和电动机设计方面的知识，而这些知识使得他能够开始考虑把他理想的电动机转化为真正的机器。

特斯拉在从爱迪生机构获得实用工程技术的同时，也为公司做出了自己的贡献。大多数爱迪生人是在电报行业或机器车间工作中了解电机的，并且只有少数

受过科学或数学的正式教育。[11]相比之下，特斯拉在格拉茨接受了物理和数学的全面教育，并且爱迪生电气公司的法国人经理 R. W. 皮库（R. W. Picou）认可了特斯拉在运用理论和进行计算方面的能力。加入该公司后不久，特斯拉被安排了白炽灯照明系统中直流发电机的设计工作，并得到 300 法郎的月薪。[12]

在伊夫里的爱迪生工厂时，特斯拉继续思考电动机的设想。“1882 年在巴黎时我们几乎总在一起，”西盖蒂后来证实说，“特斯拉先生非常兴奋于他那时关于电动机操作的想法。”[13]一天晚上，他用棍子在泥土里画图向西盖蒂和四五个爱迪生人概述了他的交流电动机计划。特斯拉拾起了在布达佩斯时关于几个交流电能产生旋转磁场的洞见，向他的爱迪生同事们描述了一个更详尽的系统，在其中发电机产生三个独立的交流电，并通过六根不同的导线送到电动机（图 3.3）。在他后来的专利和讲座中，特斯拉解释说，这三个交流电必须彼此异相 120 度以产生旋转磁场，但没有证据表明他在 1882 年就理解了保持电流异相的意义。特斯拉解释说：“我的想法是，使用越多的导线（线圈），电动机的运动就越完美。”[14]

特斯拉很失望，他的爱迪生同事对他的发明无动于衷。从商业的角度看，他们可能不会感兴趣，因为他们眼中的主要机会是在发展电气照明系统，而不是传输电力运行电动机。直到 1886 年之后，弗兰克 · 斯普拉格（Frank Sprague）等其他电气先行者才说服了中心电站的工程师们电力既可以用于照明也可以用于电动机。[15]

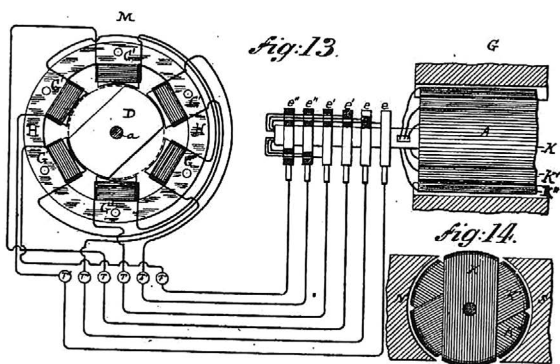


图 3.3　特斯拉后来专利中的系统图，在其中发电机产生三个独立的交流电并通过六根不同的导线送到电动机

图片来源：Figure 13 in U.S. Patent 381,968, “Electric Magnetic Motor,” (granted 1 May 1888).

但是从技术角度来说，特斯拉的六线制方案在这些人看来可能注定是错误的，不是因为用到了交流电，而是因为这么多导线会用掉太多铜。爱迪生机构在 19 世纪 80 年代早期最关心的主要问题之一是开发出用铜尽可能少的分配系统。由于铜线往往是新安装系统中最大的成本，所以爱迪生自己也投入大量精力去发展出更经济的布线方案。19 世纪 80 年代早期，爱迪生引入的三线制系统取代了支线–主线系统。相对于爱迪生的三线制系统，特斯拉提出的六线制系统就所需要的铜线来说可能看来是不经济的。当然，使用交流电的电力系统能运作于更高的电压因而可以使用更细的导线，不过不太可能特斯拉或爱迪生人在 1882 年就已经理解了这一点。

只有一个爱迪生人，戴维・坎宁安（David Cunningham），也就是爱迪生灯泡厂的一个负责人，对特斯拉的发明表示了一点兴趣。1881 年，爱迪生派坎宁安到海外帮助巴彻勒在巴黎的国际电气展览会上安装设备，而后坎宁安继续留在伊夫里监督直流发电机的建造。特斯拉回忆说，坎宁安“提议组建股份公司。这个提议似乎非常可笑。我对此一点概念都没有，只知道那是美国人做事的一种方式”。提议最终没有结果，并且 1883 年特斯拉被公司派往法国和德国不同的照明站做故障检修员。[16]

在这些出差任务的空暇中，特斯拉为爱迪生直流电动机开发了一个自动调整器，并且他的设计打动了爱迪生电气公司的总裁路易斯・劳（Louis Rau）。[17]因此，当公司需要送一个专家到阿尔萨斯的斯特拉斯堡解决新站点的问题时，特斯拉被选上了。

斯特拉斯堡的电动机

在斯特拉斯堡，爱迪生电气公司正尝试在新火车站安装白炽灯照明系统。1870—1871 年普法战争期间，斯特拉斯堡从法国人手里落到了德国人手里。战后，德意志帝国通过在斯特拉斯堡建造一系列实体性的新公共建筑，包括新中央火车站，来树立其权威。[18]根据特斯拉的说法，德国当局对爱迪生公司在德皇威廉一

世参观火车站期间因电厂线路短路导致一墙体大部爆裂一事深感不安。[19]为了安抚德国人，公司需要派一个讲德语的工程师去完成新电厂的布线工作。鉴于他的语言技能，1883 年 10 月特斯拉被派到斯特拉斯堡重新安装布线，并与不安的德国人交涉。特斯拉把西盖蒂当助手带在身边，让他做些辅助工作。[20]

在斯特拉斯堡，特斯拉发现爱迪生电气公司正在安装的是一个规模宏大的系统。这个系统由四台发电机组成，带动 1200 盏灯。除了爱迪生的设备，德国电气制造商西门子–哈尔斯克还在安装五台直流发电机和 60 盏弧光灯。白炽灯和弧光灯的布线都在地下管道，而这是一种相对较新的做法，这也很可能就是引发特斯拉所要解决的问题的原因。[21]

特斯拉很快开始在爱迪生的系统上昼夜工作，但他还是抽出时间进行了交流电动机的实验。火车站电力房里有一个西门子交流发电机，可能曾被用来为带有亚布洛奇科夫弧烛的早期弧光灯照明系统供电。[22]在西盖蒂的帮助下，特斯拉构建了一个能用西门子交流发电机供电的小电动机。顾及保密问题，特斯拉和西盖蒂在一个可以搭上交流电路的密室里测试电动机。[23]

在电动机中，特斯拉通过在长方形铜环外缠绕绝缘导线制作成定子（图 3.4）。[24]定子的绕组连接到西门子发电机。西盖蒂做了一个五英寸的铁制圆盘，安装在一个水平轴上，充当转子衔铁。[25]根据特斯拉的脑力设计，来自发电机的交流电应当能在定子中产生旋转磁场。旋转磁场跟着就会在圆盘中感应出电流，感应电流的场就会被旋转磁场排斥进而导致圆盘旋转。特斯拉声称："那是我能构想的最简单的电动机。你看它只有一个电路，而在动子衔铁或场中没有绕组。真是不可思议的简单。"[26]

特斯拉第一次尝试时，这台电动机因太过简陋而不能工作。当他用定子线圈环绕住圆盘的时候，由于定子线圈是缠绕在不能磁化的铜芯上，因此圆盘没有转动。[27]为了克服这个困难，特斯拉在线圈中塞了一把钢锉。现在交流电在钢锉中产生了一个旋转磁场，进而在铁盘中感应出电流。但是圆盘仍旧不能旋转，因此特斯拉尝试把钢锉放在相对圆盘的不同的位置。最终他找到了合适的位置使得钢锉中的磁场与圆盘中感应电流的磁场保持同向，因此两个场互相排斥导致圆盘缓

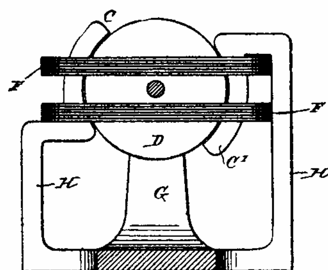


图 3.4　特斯拉 1882 年在斯特拉斯堡建造的交流电动机

这个电动机包含安装在轴上的一个圆盘状铁制转子（D）。定子（F, F）是安装在铜环上的两个绝缘导线线圈。特斯拉把定子连接到交流发电机，并且他最初认为交流电会产生旋转磁场并在转子中感应出涡电流。然而，由于定子线圈缠绕在不能磁化的铜环上，特斯拉被迫在线圈中塞了一把钢锉（相当于图中的 C 或 C′ ）。然后交流电磁化了钢锉并在圆盘中感应出涡电流；由于涡电流产生的磁场与钢锉的场互相排斥，导致圆盘旋转。特斯拉以这台电动机的一个更详尽的版本申请了专利，并且这张图来自那个专利。

参见：NT, “Electro-Magnetic Motor,” US Patent 424,036 (filed 20 May 1889, granted 24 March 1890).

慢旋转。特斯拉激动地看到圆盘转动：“我终于满意地**看到了异相交流电作用下的旋转，并且没有滑动触点或换向器**，这都跟我一年前构想的一样。我感到一种极度的愉悦，但还不能与第一次获得启示时那种内心的狂喜相比。”[28]

斯特拉斯堡的电动机对特斯拉来说是一个重要的转折点，因为这台电动机给他的理念主义思维方法打了一剂现实实现的清醒剂。在此之前，特斯拉只做了脑力设计就想当然地认为他在脑海中呼唤自如的东西也很容易在现实世界中行得通。在斯特拉斯堡，特斯拉第一次意识到材料是很重要的——定子的芯要用铁或钢，而不能用铜。尽管他后来坚称能在头脑中设计完美的机器并且一建造出来就能无瑕地运行，然而很明显，就像所有的发明家那样，当把理念转化为可用设备的时刻到来时，他也遇到了问题。[29]

在斯特拉斯堡，特斯拉再次试图获得支持他发明的资金。通过在爱迪生工厂的工作，特斯拉与前市长 M. 博赞（M. Bauzin）熟识起来。根据特斯拉的说法，博赞对特斯拉“深怀好感”，因此特斯拉向他透露了自己有“一个将会彻底改变直流发电机行业的发明”。博赞与本地富商本杰明商谈过，不过本杰明拒绝对特斯拉的发明投资。然后博赞提出贷款 25 000 法郎给特斯拉，并且特斯拉可以在成功完善电动机之后偿还。然而特斯拉希望博赞来做他的合作伙伴，可能是为了分享特

斯拉期望能从发明中获得的长期利润（以及分担风险）。对电和发明都一无所知的博赞拒绝以合作伙伴的身份加入，因此特斯拉失望地离开了斯特拉斯堡。[30]

回到巴黎，向纽约进发

特斯拉于1882年2月回到巴黎，期望因解决斯特拉斯堡电厂的问题而获得爱迪生公司的奖金。但令他失望的是，他并没有获得奖励，因此特斯拉试图吸引一些巴黎人支持他的电动机开发，可同样徒劳无果。然而，特斯拉改进直流发电机的工作引起了法国爱迪生公司负责人查尔斯·巴徹勒的注意。1884年春，巴徹勒被爱迪生召回去管理纽约的爱迪生机器厂。为改善爱迪生工厂生产的直流发电机，巴徹勒要求特斯拉来美国继续直流发电机的工作。为帮助他顺利进入美国的爱迪生机构，特斯拉获得了蒂瓦道尔·普什卡什致爱迪生的一封介绍信。信中说："我知道有两个伟大的人，您是其中之一，另一个就是这个年轻人了。"[31]

特斯拉乘坐"里士满城市号"客轮驶向纽约，并于1884年6月6日到达。与许多移民遇到的情况一样，海关官员听不太懂面前这个紧张的年轻人的话，并在记录中写下特斯拉是瑞典人，十有八九是因为特斯拉告诉官员他出生在史密里安。特斯拉在多年以后回忆说，正式进入美国的过程就是由一个职员对他狂喊："亲吻《圣经》。二十美分！"[32]

住惯了布拉格、布达佩斯和巴黎这些国际化城市，特斯拉最初被美国人的生硬和粗俗震惊了。正如他在自传中所写的："我所离开的都是美丽、艺术和迷人的；我在这里所见的都是机械、粗糙和乏味的。一名身材魁梧的警察挥舞着在我看来像圆木那么大的手杖。我礼貌地走近他问路。'向下走六个街区，然后转左'，他眼含杀气地回答道。'这是美国吗？'我十分惊愕地问自己，'在社会文明方面比欧洲落后一个世纪。'"[33]

但是特斯拉没有停留在欧洲和美国的对比上，因为他很快就忙着在纽约的爱迪生机构谋一个职位。就像在巴黎时做过的那样，他试图做一个故障检修员。爱迪生机构刚刚在"俄勒冈号"客轮上安装了两个直流发电机，那时该客轮以最快

速度横跨大西洋获得了蓝丝带奖。不幸的是，直流发电机不工作了，耽误了客轮从纽约出发的航班。特斯拉利用在欧洲检修照明站的经验，自愿带队上“俄勒冈号”进行所需的维修。特斯拉和他的队员彻夜工作，使直流发电机恢复如常；“俄勒冈号”于 1884 年 6 月 7 日从纽约出发，继续在向东的航线上创造新纪录。[34]

第二天早上五点回到曼哈顿的爱迪生办公室的时候，特斯拉碰巧遇到了爱迪生、巴彻勒和另外几个人正准备回家。据特斯拉的回忆，爱迪生当时说：“这就是我们夜间闲荡的巴黎人。”特斯拉回应说他刚刚完成“俄勒冈号”发电机的维修工作。爱迪生默默地走开了，不过等到他以为特斯拉听不到的时候，他评论说：“巴彻勒，这真是个好小伙子。”打动了爱迪生之后，特斯拉于 6 月 8 日，也就是到达美国两天后，开始在爱迪生机器厂工作。[35]

在爱迪生机器厂，特斯拉开始重新设计爱迪生的“长腿玛丽・安”直流发电机，用更有效的短芯设计取代长磁铁。特斯拉声称他改进的直流发电机能用同样数量的铁产生三倍的输出。尽管特斯拉在机器厂长时间工作，从早上十点半直到第二天早上五点，他还是抽空享受美食和玩台球。爱迪生的私人秘书艾尔弗雷德・O. 泰特并不知道特斯拉学生时代就开始玩台球，他注意到：“特斯拉打得很漂亮。他不是那种高分选手，不过他的击球技巧跟这项运动的专业水准不相上下。”[36]

在爱迪生机器厂的时候，特斯拉继续思考交流发电机，不过没有尝试把它实际开发出来。可能是忆及在巴黎的爱迪生人对他的想法漠不关心，特斯拉现在想保持沉默。有一次，特斯拉差一点就把他的电动机想法告诉了爱迪生。“在康尼岛，”特斯拉回忆说，“正当我想解释给他听的时候，有人进来跟他握手。那天晚上回到家里我就发烧了，我登时又下定决心不要跟别人随便讲我的想法。”[37]

完成直流发电机的设计之后，特斯拉接着被要求帮助开发弧光灯照明系统。19 世纪 80 年代中期，爱迪生机构感兴趣于拥有自己的弧光灯照明系统以抗衡主要的竞争对手，包括汤姆孙–豪斯顿电气公司、布拉什电灯公司以及美国电气照明公司。这些竞争对手已经在制造和安装弧光灯照明系统方面壮大起来，然后又通过增加白炽灯照明系统扩展了产品线。爱迪生的白炽灯照明系统适用于家庭和办公室的室内照明，然而对室外或街道照明不是特别有效。因此，当各市镇纷纷设立

新的中心电站以为街道和家庭提供电气照明时，爱迪生机构把合同输给了汤姆孙–豪斯顿或布拉什，因为这些公司既能安装弧光灯照明系统也能安装白炽灯照明系统。

为了应对竞争，爱迪生设计了一个弧光灯并于 1884 年 6 月申请了专利。特斯拉回忆说，爱迪生给了他弧光灯照明系统的基本方案，并让他把细节做出来。[38] 特斯拉开发了一个完整的系统，并再次期望他的努力能获得丰厚的回报。然而，系统完成后从来都没有投入使用。



图 3.5　站在纽约格尔克街的爱迪生机器厂前的一组人。特斯拉大约那时在那里工作，不过特斯拉不在图中

图片来源：http://www.nps.gov/.

最可能是爱迪生和他的公司因商业和技术原因搁置了特斯拉的系统。此时，爱迪生机构正挣扎于中心电站的营销和安装问题。困难的是，大多数想购买电气照明系统的新的地方公用设施公司缺乏购买系统的资金以及安装设备的专业技术；作为响应，电气制造商们尝试了各种营销方案以使他们能帮助客户购买系统，同时又能最小化制造商的财务风险。[39]在督查了由托马斯·A. 爱迪生施工部进行的发电站建设过程（并在这个过程中赔了钱）之后，爱迪生在 1885 年初决定把安装系统的麻烦留给别人。因此，他的机构与爱德华·H. 戈夫（Edward H. Goff）和美国电气制造公司（AEM）签订了协议。戈夫以推广和建设弧光灯照明站著称，现在他希望把业务扩展到白炽灯照明市场。爱迪生机构和 AEM 达成协议，当 AEM 发现安装白炽灯照明系统的机会时，它就会向地方公用设施公司出售一个爱迪生的系统；作为回报，当爱迪生机构打算安装弧光灯照明系统时，它则会使用 AEM 拥有的由詹姆斯·J. 伍德（James J. Wood）发明的系统。[40]在与戈夫谈判时，爱迪生机构可能把特斯拉的弧光灯系统和爱迪生的弧光灯照明专利当作讨价还价的筹码以获得优惠的条件。然而交易达成后，爱迪生机构不再需要特斯拉开发的弧光灯系统。

爱迪生机构没有使用特斯拉弧光灯照明系统的第二个原因是，公司的其他工程师已开发出另一个白炽灯照明系统。这个新的白炽灯系统被称作市政系统，它使用了放在高压串联电路中的更大的白炽灯泡，因而能被用于街道照明。[41]因此，当弧光灯照明项目被搁置时，特斯拉没有获得奖励并愤然辞职。他在笔记本上潦草地写道："再见，爱迪生机器厂！"这是他在爱迪生机器厂的最后一条笔记。特斯拉总共在那里工作了六个月。[42]

在拉威的弧光灯照明

特斯拉再次成为孤家寡人，但也不是没有出路。特斯拉刚一离开爱迪生机构，新泽西州拉威的本杰明·A. 韦尔（Benjamin A. Vail）和东奥兰治的商人罗伯特·莱恩（Robert Lane）就找了他。作为老贵格家族的后裔，韦尔在哈弗福德学院学习

过，并在拉威从事法律工作。韦尔在该州的共和党中很活跃，1875年任职拉威市议会并当选新泽西州众议院和参议院议员。[43]韦尔和莱恩振奋于电气照明的前景，很想进入这个新领域。1884 年 12 月，韦尔和莱恩聘请了特斯拉并组建了特斯拉电灯与制造公司。尽管公司可以发行最多 300 000 美元的股票，但开始只有韦尔认购的 1000 美元和来自拉威其他投资者的另外 4000 美元。[44]

根据在爱迪生工作时所学的，特斯拉提议这间公司开发自己的弧光灯照明系统。虽然我们倾向于认为电气工业是随着爱迪生的白炽灯成长起来的，但实际上 19 世纪 80 年代电气工业成长最快的部分是弧光灯照明。据一位评论者的说法，弧光灯的安装数量在 1881—1885 年间每年翻一番。尽管该行业主要由布拉什和汤姆孙–豪斯顿公司把持，但还是有很多新的、小的初创公司；到 1886 年，至少有 40 家公司制造弧光灯照明系统。全国各地有几十个像韦尔和莱恩这样的商人被这个新的电气行业吸引，他们都成立了制造弧光灯照明设备的新公司。[45]

为帮助新公司进入弧光灯照明领域，1885 年春，特斯拉准备了涵盖发电机、弧光灯和调节器改进的专利申请。虽然他的弧光灯和调节器跟查尔斯·布拉什（Charles Brush）与伊莱休·汤姆孙（Elihu Thomson）之前的发明类似，不过他的发电机中包含了几点改善，能减少由发热和涡电流造成的能量损耗。[46]特斯拉找到了爱迪生在纽约的首席专利律师莱缪尔·W. 瑟雷尔（Lemuel W. Serrell），让他帮助申请这些专利。在做这些专利申请工作的时候，特斯拉每月被给予 150 美元。特斯拉打算试着说服韦尔和莱恩他可以开发其他电气发明（例如交流电动机），但他很快意识到他们只对弧光灯照明感兴趣（图 3.6）。

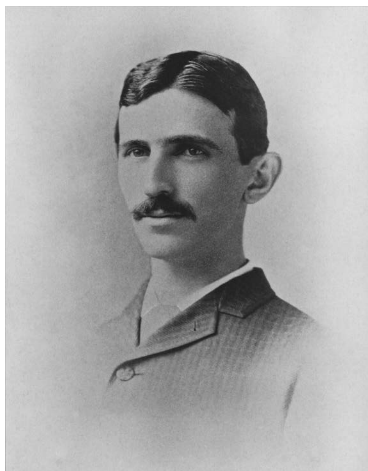


图 3.6　1885 年的特斯拉

图片来源：http://teslianum.com/.

就像其他早期的弧光灯照明企业家一样，韦尔和莱恩预期利润既能来自设备制造也能来自照明系统运营。因此，他们取得了能开展这两种业务的公司执照。[47]整个 1885 年，特斯拉既要负责系统的制造，又要负责在中心电站运行其系统。

西盖蒂和另一个年轻人，从拉威的戈登印刷机厂招聘来的保罗·诺伊斯（Paul Noyes），可能协助了特斯拉。[48]

到1886年，特斯拉的系统在拉威被用于部分城镇街道和几家工厂的照明。公司博得了纽约商业期刊《电气评论》的关注，该刊于1886年8月发表了关于特斯拉系统的头版专题。作为回报，特斯拉公司在《电气评论》上做广告，宣称“最完美的自动化和自调节弧光灯照明系统业已诞生”。[49]

当特斯拉的弧光灯照明系统专利获得批准时，他把它们转让给特斯拉电灯与制造公司以换取股份。然而，一俟系统完成，韦尔和莱恩就抛弃了特斯拉并创建了新公司——联合县电灯和制造公司。也许韦尔和莱恩决定退出弧光灯照明的制造业务，是因为这个行业的制造业务方面正变得高度竞争和资本密集。到19世纪80年代末，弧光灯照明设备的制造被一家公司，即汤姆孙–豪斯顿控制。相反，韦尔和莱恩选择成为一家专注于向拉威和周边县提供照明的公司。在这种情况下，特斯拉作为发明家的角色就是多余的，因为在公用设施业务方面韦尔和莱恩不需要通过改善系统以保证竞争力。[50]由于专利已经转让给公司，特斯拉落到了不能再用自己发明的境地。他在拉威的努力只换得了“一张雕刻精美但只有假想价值的股票证书”。[51]

被拉威的商业资助人抛弃后，特斯拉陷入了困境，也找不到工程师或发明家的工作。在干了几个修理电气设备的工作之后，他只得做一个挖掘沟渠的日常劳动者。“我经历了眼含苦泪内心剧痛的一年，而物质需要加剧了我的痛苦”，特斯拉多年以后回忆说，他感到“在科学、技术和文学的各个科目所受的高等教育都成了笑柄”。[52]

第四章
精通交流电
（1886—1888）

热磁电动机

在困顿中，特斯拉鼓足力量发明了热磁电动机，并于 1886 年 3 月提交了专利申请。正如他的弧光灯照明发明在他离开爱迪生之后挽救了他，这个新申请也让他东山再起。

很可能特斯拉是在爱迪生机器厂工作时就开始思考磁与热的关系，因为那时爱迪生正在实验能直接利用燃煤发电的热磁发电机。在 1884 年的一次令人瞩目的实验中，爱迪生把煤加热到白热化状态，然后生成了他期望的从炽热的煤中电离出的气体。尽管爱迪生获得了很强的电流，然而气体发生了爆炸，把实验室的窗户都炸飞了。[1]

可能是因为留意到爱迪生因燃煤过热造成的灾难，特斯拉最初把注意力放在了铁磁体受热时磁场强度减弱这一事实。为利用这一现象，特斯拉设计了一个小的电动机，其中包含磁铁、旋转铁臂、弹簧、本生灯和飞轮（图 4.1）。在正常温度下，固定磁铁足以吸住旋转臂并使弹簧处于压缩状态。然而，当旋转臂被吸向固定磁铁时，它也进入了本生灯的火焰当中。火焰加热旋转臂使之失去固定磁铁在它身上诱发的磁性。现在弹簧的反弹力大于磁场的力，导致旋转臂摆动离开固

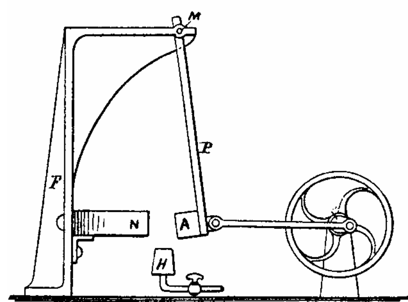


图 4.1　特斯拉 1886 年的热电电动机

关键部件：
N　　固定磁铁
A　　运动磁铁
P　　旋转铁臂
FM　叶片弹簧
H　　本生灯

图片来源：T. C. Martin, *The Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla*, 2nd ed. (1894; reprinted 1995), Fig. 240 on p. 428.

定磁铁。旋转臂被连接到飞轮曲柄，因此旋转臂的运动导致飞轮转动。当旋转臂摆出火焰时，它就会变冷并再次被磁铁吸引。现在磁场的力大于弹簧的弹力，因此导致旋转臂重新摆向固定磁铁和火焰。在专利申请中，特斯拉不仅概述了这台电动机的基本原理，还包括了七种变体的运用。[2]

佩克和布朗施以援手

特斯拉的热电电动机专利可以说是他职业生涯的转折点，因为由此他遇到了在其完善交流电动机过程中的良师益友。在挖掘沟渠时，特斯拉告诉过招他来的工头他在发明上的努力，工头接着就把他介绍给艾尔弗雷德・S. 布朗（Alfred S. Brown，1836—1906）。[3]布朗 1855 年就进入电报行业，到 1875 年，他已做到了西部联合电报公司纽约大都会区的负责人。[4]布朗被认为是“地下电报领域一流的电气技师和专家”，当时负责监督安装连接西部联合总部与曼哈顿市区的股票和大宗商品交易所的电缆，因此完全有可能是一个监督挖地下电缆沟渠的工头把特斯拉介绍给了布朗。[5]作为西部联合的高级管理人员，布朗看过爱迪生展示的几个突破性的发明，包括双工（两路信息）、四工（四路信息）和改进的电话机。[6]有一件事能表明布朗在电报界的显赫地位，他曾在 1878 年西部联合强势总裁威廉・奥顿（William Orton）的葬礼上出任扶灵人。[7]基于在西部联合的经验，布朗深知公司和个人能如何利用新发明极大地重塑一个行业。

布朗感到特斯拉的热磁电动机是一个机会，但又意识到需要有把发明变成商

业计划的业务专才，因此他找了查尔斯・F. 佩克（Charles F. Peck，卒于 1890 年）。佩克是一个来自新泽西州恩格尔伍德的律师，他对电报和电气事务感兴趣，并把发明家小威廉・斯坦利（William Stanley, Jr.）引为至交。

佩克 1879 年就开始涉足电报事务，那时他和约翰・O. 埃文斯（John O. Evans）参与了设立华盛顿特区与芝加哥之间直接电报连接的调查筹备。在试图建立这一连接的过程中，佩克发现有银行和商人对于租赁专用线路以便安全地开展业务很感兴趣。为充分利用对电报租赁的需求，他和埃文斯于 1880 年以 120 万美元的资本组建了共同联合电报公司以在大城市之间建立能提供专用服务的线路。埃文斯是这家新公司的总裁，而佩克担任秘书。共同联合在波士顿和华盛顿之间建造了新连接，并且马上把其中的各个线路租赁给各方。佩克和埃文斯从这些租约的销售中实现了可观的利润。他们是一个良好的组合；正如一位电报工业史学家所写的："埃文斯有活力，行动快，爱冒险，佩克先生则积极而又谨慎。"[8]

但是佩克和埃文斯很快意识到，用共同联合来骚扰西部联合甚至能谋得更大的利润。自从 19 世纪 60 年代后期成为电报行业的主导企业之后，西部联合就一直面临着被联邦政府或华尔街金融家收购的威胁。为击退这些威胁，西部联合的总裁威廉・奥顿巧妙地混合运用了政治游说、精明的资费下调、在主要铁路沿线架设线路，以及最重要的，鼓励像爱迪生和伊莱沙・格雷（Elisha Gray）这样的发明家开发出更有效的电报仪器。然而，这些对策并非万无一失；如果对手金融家能获得新发明的专利权或取得铁路的使用权，他们就能很容易地攻击西部联合并尝试恶意收购。杰伊・古尔德（Jay Gould）就这么做了两次，第一次在 1874—1877 年间没有成功，而第二次在 1879—1881 年间则成功了。"在每一次袭击中，"历史学家理查德・R. 约翰指出，古尔德"都大兴一番旨在削减西部联合法定特权的政治攻势，引发西部联合股票市场价格的剧烈波动（而他事先已大量买入股票），然后成立了对手电报公司——1874 年的大西洋和太平洋公司，以及 1879 年的美国联合——最后西部联合只好权且把它们收购。"[9]

1881 年，就像古尔德做过的那样，佩克和埃文斯决定扩大共同联合以创建自己的可以与行业巨头抗衡的电报网络。佩克和埃文斯发誓要获得"利润丰厚的电

报业在全国业务的 9/10”，为此发行了 1000 万美元的股票和债券，说服了华尔街银行家乔治·F. 贝克（George F. Baker）加入公司，并开始建造新线路。当巴尔的摩和俄亥俄铁路把电报线路租赁给共同联合的时候，公司实力获得了极大加强。为能更好地监督公司运作，佩克从西部联合雇佣了布朗并让他担任共同联合的总经理。共同联合急于拥有最新的技术，因而保留了约翰·赖特（John Wright）和约翰·朗斯特里特（John Longstreet）作为公司的电气技师，并鼓励他们开发证券报价机或打字电报机。所有这一切都做得十分到位，两年之内，共同联合已在 22 个州拥有 25 000 英里线路。共同联合夸口说，其网络每年的盈利能力将会是 150 万美元，并且年度股息可能会达到 12%。[10]

古尔德是不会让这家新贵公司毁了西部联合的，他用自己曾用于袭击西部联合的手法进行了反击。起初古尔德购买了共同联合 30%的股票并向贝克提议他们共享公司的控制权。贝克拒绝了，古尔德则使共同联合卷入一系列诉讼作为报复。共同联合的执照限定其资本为 120 万美元，那么 1000 万美元的股票和债券发行就是非法的。在古尔德的鼓动下，愤怒的投资者要求纽约首席检察官撤销公司的执照。（一怒之下，首席检察官甚至考虑把共同联合和西部联合的执照都吊销。）西部联合起诉共同联合侵占其所拥有的由查尔斯·G. 佩奇（Charles G. Page）开发的电报中继专利（将在本章后面讲述）。与此同时，芝加哥议会拒绝共同联合在街道上架设电线杆，而底特律也威胁要这样做。在这些事件的打击下，共同联合总裁埃文斯于 1881 年圣诞节去世。[11]

但是佩克知道这些麻烦不过是对抗西部联合博弈的一部分，必须耐心等待西部联合来求和。古尔德最终意识到不能把共同联合树立为他在电报行业的敌对者们的标杆，于是在 1885 年开始对共同联合妥协。经过很多讨论，西部联合同意租赁共同联合的线路。租约的条款是西部联合每年支付共同联合 1000 万美元股票的 1.5%，以及 500 万美元债券的利息，并且从中每年分配 50 000 美元到一个偿债基金。在这种安排下，布朗重新以一个负责人的身份加入西部联合。[12]佩克在古尔德发起的博弈中打败了他，并拿了一大笔钱全身而退。

基于他们在共同联合的经验，佩克和布朗是在发明推广领域指导特斯拉的理

想人选。他们在电报行业的最高层工作过，知道如何利用技术创新来创造优势。他们知道如何创建公司、推广新技术以及借助变化。佩克和布朗为特斯拉点出了电气工业的关键机会,并正确定位了他的发明以获得显著的知名度以及财务回报。特斯拉十分尊敬这两人，认为“就他们一直以来与我的交往而言，他们是我见过的最完美最高贵的人物”。[13]

佩克被特斯拉的热磁发电机和几个其他想法吸引了，他在 1886 年秋天提议，他和布朗会承担特斯拉把发明变为实用设备所需要的费用。为了让特斯拉能开始完善他的发明，佩克和布朗 1886 年秋天在曼哈顿下城给他租了一间实验室。他们同意利润的分配方案是，特斯拉占 1/3，佩克和布朗共分 1/3，而另外 1/3 再投资于开发未来的发明。佩克和布朗承担了所有的专利申请费用，并每月付给特斯拉 250 美元。1887 年 4 月，特斯拉、佩克和布朗组建了特斯拉电气公司。1887 年 5 月，西盖蒂来到纽约做特斯拉的助手。[14]

特斯拉的第一个实验室位于纽约的金融区。实验室在自由街 89 号，就在百老汇 120 号的共同联合办公室的拐角处。那里一楼是全球文具与印刷公司，而特斯拉占了楼上的一个房间。实验室里的摆设只有一个工作台、一个炉子，以及一台爱德华・韦斯顿（Edward Weston）制造的直流发电机。为了获得发电机所需要的动力，佩克和布朗与印刷公司达成了协议。由于印刷公司在白天用蒸汽机带动印刷机，所以只能在晚上向特斯拉提供动力。结果，特斯拉养成了在晚上从事发明的习惯。[15]

在与佩克和布朗的协议中，特斯拉承诺要开发几个不同的发明，而不只是他长久以来一直梦想的交流电动机。因此，特斯拉先是着手解决电动机和发电机中换向器引起的问题。他已经对换向器思考了多年，尽管倾向于把它从电机中移除，他还是想出了几点改进，包括带短路换向器的交流电动机以及能减少火花的发电机换向器。[16]

热磁发电机

特斯拉正式提交了发电机换向器的专利，而佩克和布朗则对他的把燃煤中的热能直接转化为电的想法更感兴趣。[17]他们广泛关注能源问题，所以这个想法才吸引了他们。佩克和布朗很清楚美国工业对廉价电力日益增长的需求，而之前有一个工程师曾找到他们，提议利用海洋温差产生蒸汽。在特定条件下，海洋中深处的冷水与表面的温水温差可高达60度。利用这个温差的方法之一是采用英国科学家 W. H. 渥拉斯顿（W. H. Wollaston）开发的凝冰器中的原理。在研究热的本质时，渥拉斯顿把两个容器用管子连接起来，并抽出了所有的空气。让渥拉斯顿非常吃惊的是，两个容器的温差导致第一个容器中的水变成蒸汽，通过管子流到第二个容器并在那里凝结。基于这个想法，那个工程师向佩克和布朗计算出如何利用一个更大规模的管道、抽气机、发动机、锅炉和冷凝器系统来从海洋中产生出看似取之不尽的蒸汽供应，然后通过管道运送到蒸汽机。尽管佩克和布朗对这个计划很感兴趣，他们还是担心建立所提议的试验工厂需要大量资本。同时，他们不知道如何分配这个巨大的蒸汽工厂所可能产生的所有电力：怎样把电力传送给无数的工厂、商店和家庭？[18]

曾经对海洋蒸汽这样雄心勃勃的计划感兴趣的佩克和布朗，自然会被特斯拉的直接把燃煤中的热能转化为电能的想法吸引。考虑到使用蒸汽机加直流发电机的成本和复杂性，直接从热能中产生电力的可能性对发明者和投资者是非常有吸引力的。在19世纪80年代（甚至在今天），要发电，必须烧煤以加热锅炉并产生蒸汽，然后蒸汽被发动机使用并进而驱动发电机。在这个系统的每一步中都有能量以发热或摩擦的形式损耗掉。如果能消除所有这些步骤而直接从燃煤中产生电能,那么就会产生出一个甚至比直流发电机更具革命性的高效的发明。（特斯拉在几年以后的机械振荡器中再次体现了这种提升发电效率的想法，参见第十章。）

在热磁发电机中，特斯拉组合使用了他在热磁电动机中采用过的原理以及法拉第电磁感应定律。在热磁电动机中，特斯拉发现加热磁铁会使其磁场减弱或改变。法拉第指出，磁场改变时，磁场中的导体中会感应出电流。因此，如果把导

体放在被交替加热和冷却的磁铁所产生的场中，导体中就会感应出电流。[19]

为结合这两个原理做出实用的热磁发电机，特斯拉从一个大的马蹄形磁铁入手（图 4.2）。他把一个特制的铁芯跨在磁铁的两极上，铁芯中有一个内含若干空心铁管的热绝缘金属盒。铁芯跨坐在马蹄形磁铁上，因而其中的铁管被磁化。铁芯的外面缠绕着两个导线线圈。铁芯正中下方是一个加热铁管的燃烧室，而铁芯正中上方是一个锅炉，它被一个管道连接到铁芯因而蒸汽能在铁管内循环。为了控制蒸汽何时在铁芯中循环，特斯拉在锅炉与铁芯之间的管道上装了一个阀门。[20]

运行时，燃烧室中的燃煤把铁管加热到大约 600°C 的暗红状态。在这个温度下，铁管会退磁，而这个变化的磁场会在线圈中感应出电流。接下来，阀门会被打开，并且蒸汽（100°C）会在铁管中循环使之降温。这个冷却过程恢复了铁管中的磁场，而这个磁场的变化则在线圈中感应出另一个电流。由于加热和冷却所感应出的电流方向相反，因此特斯拉的热磁发电机产生的是交流电。

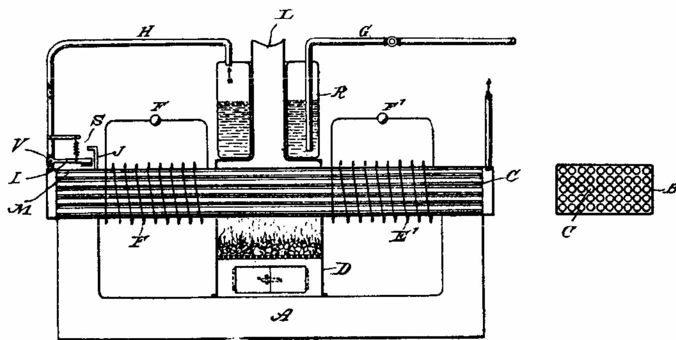


图 4.2 特斯拉 1886—1887 年的热磁发电机

关键部件：

A 马蹄形磁铁
B 热绝缘金属盒
C B 中的空心铁管
E′,F 两个导线线圈
D 加热铁管的燃烧室
K 锅炉
H 连接锅炉和铁芯的管道，使得蒸汽在铁管里循环
V 控制铁芯中循环蒸汽的阀门

图片来源：TCM, *The Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla*, 2nd ed. (1894; reprinted 1995), Fig. 242 on p. 430.

特斯拉认为这个热磁发电机是一个“伟大的发明”，并从 1886 年秋至 1887 年夏末干劲十足地扑在上面。[21]他极有可能是在获得冷热过程之间的足够温差方面遇到了问题。为能产生可观的电力，铁芯的温度必须要能急剧地上升和下降；如果铁芯中的热量不能快速消退，那就只能发出少量的电。特斯拉确曾为这一发明申请了专利，但没有获批。

陷入不能完善发明的困境中的特斯拉害怕佩克和布朗会像韦尔和莱恩在拉威时所做的那样放弃他。然而，佩克对特斯拉有充足的信心，反过来鼓励他继续发明。越来越明显，这个热磁发电机不可行。特斯拉回忆道：“我就在他办公室所在建筑的门口遇到了佩克先生，他非常客气地对我说：‘现在对于这个伟大发明的结果不如意不要气馁，你终究能把它搞成。如果你换着去试你的一些别的想法，而把这个想法先放一放，可能会好些。我试过这么做会奏效。’我重新受到了鼓舞。”[22]

学习使用两个异相电流

特斯拉采纳了佩克的建议，把注意力从热磁发电机转向了电动机。他又拾起了五年前在布达佩斯时的想法：带旋转磁场的电动机（参见第二章）。作为实现这一理念的第一步，特斯拉必须验证他的几个交流电能产生旋转磁场的预感。他对如何组合使用几个交流电做了大量思考，但还没有实际试过。

特斯拉开始改造实验室中的韦斯顿直流发电机，使之能产生两个、三个或四个独立的交流电。[23]在最初的实验中，他用了一个大的叠片环作为定子，这跟在斯特拉斯堡的电动机中的做法类似。不同于在斯特拉斯堡时的单线圈，特斯拉这次把绕组分成四个独立的线圈，分别置于定子环的四个象限。特斯拉让交流发电机向环中处于相对位置的两对线圈发送两个独立的电流（图 4.3）。他把一个鞋油铁罐盒平稳地置于环中心的钉子上，作为电动机转子。让特斯拉高兴的是，旋转磁场让铁罐转起来了。[24]

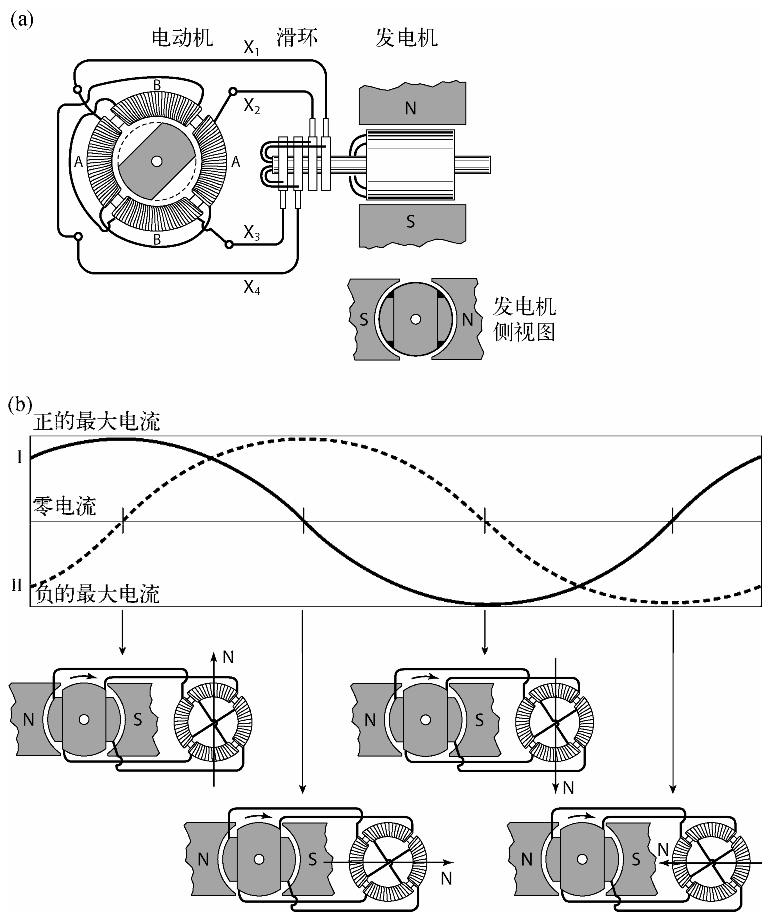


图 4.3　特斯拉 1887 年的交流电动机

像多数电气工程师那样，特斯拉在发电机和电动机中都组合使用了固定电磁线圈（称为定子）和旋转电磁线圈（称为转子）以使运动和电流互相转换。图(a)显示了特斯拉如何用四根导线（X_1, X_2, X_3, X_4）把电动机连接到交流发电机。如侧视图所示，发电机定子包含了两个线圈（N, S），而转子则包含了两个被安装成互相垂直的线圈。发电机产生两个独立的交流电并经由两对滑环被送到电动机。两个电流经由四根导线到达电动机，而每个电流为电动机定子的一对线圈（AA 或 BB）供电。电动机转子是四个线圈中间的灰色矩形，不过在 1887 年的实验中，他用了一个圆形的鞋油盒。图(b)显示两个不同的交流电（I, II）的相位差为 90 度，意味着当其中一个处于最大值时，另外一个的值是零。电流图下面的图显示了电动机定子中的磁场如何随着电流上升和下降而旋转，这通过标有 N 的箭头沿顺时针方向转动来表示。当磁场在电动机中旋转时，就在转子中诱发一个反抗的磁力，导致转子转动。注意转子在图(a)的电动机中有显示，但没有包含在图(b)的小图中，这是因为难以同时显示转子和旋转磁场。

在这台电动机中，特斯拉终于搞清楚了如何组合交流电以在电动机定子中创建旋转磁场。为做到这一点，发到每对线圈的电流必须彼此异相。在两个电流的情况下，当一个电流处于正的最大值时，另一个的值是零。如果把交流电想象为正弦波，那么可以说这两个电流的相位差为 90 度。现在特斯拉理解了让电流异相的重要性，因此他就能采用在布达佩斯时展望的旋转磁场来建造一台全面完整的电动机。

19 世纪 80 年代后期交流电的崛起

对这台突破性的电动机满怀激动的特斯拉于 1887 年夏末邀请布朗，他那具备技术头脑的资助人，来看他演示。不过在布朗观看了铁罐在原型中旋转之后，特斯拉现在面临的挑战是说服资助人旋转磁场可作为商业实用的交流电动机的基础。为什么他们要把钱投入到一个旋转的铁罐？开发交流电动机对我们来说可能是显而易见的，然而 1887 年的电气专家们可不这么看。要理解为什么是这种情况，我们需要探讨一下 19 世纪 80 年代电气工业的形势。

一方面，佩克和布朗可能会因为电气界中对于在中心电站使用电动机日益增长的讨论而对特斯拉的电动机研究感到欣慰。19 世纪 80 年代中期，随着中心电站数量的增长和公用设施行业竞争的加剧，中心电站运营者们开始对通过增加电动机业务来扩展客户群产生兴趣。中心电站运营者们一边可以继续在夜间为照明供电，另一边则可以把电动机作为在白天向工厂和有轨电车线路销售电力的方式。作为响应，电气制造公司在产品线中增加了电动机。到了 1887 年，在该领域有 15 家公司，总计产出 10 000 台电动机。[25]如果中心电站能用电动机向工厂分送电力，那么可能一种新的高效电动机就能帮助佩克和布朗分配从他们雄心勃勃的海洋蒸汽计划中产生的电力。[26]

另一方面，佩克和布朗对特斯拉开发交流电动机的想法非常犹豫，因为 19 世纪 80 年代中期美国几乎所有的中心电站都使用直流电，而不是交流电。[27]19 世纪 70 年代末，一些法国电气发明者（还有美国的伊莱休·汤姆孙）实验过在弧光灯照明系统中使用交流电。交流电吸引这些发明者，是因为采用交流电，他们就

能用一个基本的变压器解决如何用一台发电机同时向几个弧光灯供电这一基本问题；这就是 19 世纪 70 年代电气技师所称的“电灯分路问题”。然而，当克利夫兰的查尔斯・布拉什推出了带有改进的发电机和调节器的直流弧光灯照明系统时，美国的电气技师们就转向了直流电系统的开发。采用直流电，企业家们能建立中心电站向几十个美国城市提供弧光灯和白炽灯照明。[28]

不过在欧洲，交流电并没有被遗忘，那里的发明者改善了变压器；在单个铁芯上缠绕两个不同的线圈，就能提升或降低交流电的电压。并且他们很快就开始以各种方式来使用这个新设备。例如，1883 年在伦敦，吕西安・戈拉尔（Lucien Gaulard）和约翰・吉布斯（John Gibbs）用了最早的一个变压器把弧光灯和不同的白炽灯串联到一个大的发电机。[29]大约同一时间在布达佩斯，特斯拉在甘兹公司遇到的工程师，济佩尔诺夫斯基、布拉蒂和德里（ZBD），看到交流电可用于开发能在更广阔区域提供服务的白炽灯照明系统。通过让发电机产生高压交流电，他们发现能用更细的铜线远距离分送电力。为保护客户远离高压，在电流进入住宅和商店前，他们用变压器降低电压。几年之内，ZBD 系统被用于欧洲好几个城市的照明。戈拉尔–吉布斯和 ZBD 系统都采用单相交流电，因为那对于确保想要的电压变化来说已经足够了。[30]

欧洲交流变压器的工作很快引起了精明的美国电气企业家的重视。在 1885 年的一次出国旅行中，汤姆孙–豪斯顿的查尔斯・A. 科芬（Charles A. Coffin）了解了 ZBD 系统。他回来后，力促汤姆孙恢复其交流电工作。1886 年，爱迪生的欧洲代理警告称，他们正在与甘兹公司竞争照明合同，并且他们说服爱迪生机构要确保对 ZBD 系统在美国专利的使用权。[31]

但是美国企业家中对交流变压器最感兴趣的是乔治・威斯汀豪斯（George Westinghouse，1846—1914）。威斯汀豪斯在纽约斯克内克塔迪他父亲的机器车间学习过，在他身上体现了技术天才和商业头脑的独特结合。威斯汀豪斯不仅能够开发空气制动器和改进的铁路信号系统，他也同样擅于运营公司以大规模制造和营销这些创新产品。1884 年，威斯汀豪斯开始对电气照明感兴趣，起初是作为其联合开关与信号公司扩大经营范围的一种方式。其中第一步是，威斯汀豪斯雇佣

了拥有白炽灯和自调节直流发电机专利的小威廉・斯坦利。

起初，威斯汀豪斯仅仅旨在开发一个类似爱迪生的直流电系统，但在 1885 年春，他在《工程》期刊上读过戈拉尔和吉布斯的交流变压器系统之后就被之吸引了。[32]威斯汀豪斯感到再开发多一个直流电系统的回报是有限的，因此决定开辟一个全新的方向。特别是，他想是不是能用交流电在爱迪生机构无法服务的辖区设立中心电站。由于发电机和铜线分配网络的高成本，因此爱迪生机构只能把系统销售到具有人口密集中心区的大城小镇；爱迪生中心电站要盈利的话，必须位于能服务众多家庭和企业的地区。威斯汀豪斯相信利用交流电可以实现规模经济；采用变压器，可以提升电压，在更广阔的地区分配电力，进而服务更多的客户。他的交流电系统会被设计得在人口分散的城镇也能盈利。

威斯汀豪斯一旦看到交流电的潜力，就果断地行动起来。他派副手吉多・潘塔莱奥尼（Guido Pantaleoni）到欧洲去获得对戈拉尔–吉布斯系统的使用权。1885 年夏，威斯汀豪斯订购了几台戈拉尔–吉布斯变压器并运送到匹兹堡的工厂，并且要求斯坦利设计一个交流白炽灯照明系统。[33]斯坦利工作于马萨诸塞州大巴灵顿的一间小实验室，开发出变压器的一个实用设计，并证实了变压器应当与发电机并联的想法，而不应当像戈拉尔和吉布斯那样串联。为了展示其变压器的价值，斯坦利于 1886 年 3 月在大巴林顿沿街的树上布线以向家庭和企业提供交流电。[34]建立在斯坦利演示系统的基础上，西屋公司紧接着于 11 月在纽约州布法罗安装了第一个商用交流电系统。汤姆孙–豪斯顿决心跟上西屋，于 1887 年 5 月在林恩电灯公司安装了一个交流电系统。到年底，汤姆孙–豪斯顿又安装了另外 22 个系统。[35]

电气工程界对 1887 年期间交流电照明系统的迅速发展非常关注。在 1887 年 1 月《电气世界》的技术发展现状年度评论中，交流变压器还只是被简略提及，而该期刊在 1888 年 1 月的年度评论中，采用变压器开发的照明系统已被视为最重要的突破之一。[36]

电气界如此着迷于交流电，不是因为他们确信交流电是未来的技术，而是因为他们看到了理想与现实之间的严重差距。确实，在理想情况下，交流电应当能让中心电站把电力分配给更多数量的客户，然而实际上这还远远没有实现。照

1887年底的情况看，交流电展示出的既有商业机遇，也有重大的技术问题和风险。尽管变压器能提升和降低电压，然而西屋和汤姆孙–豪斯顿的工程师们发现很难设计出高效的变压器。其他批评者则担心大型交流发电站的成本。西屋声称交流电的主要优势是能在城市郊外建立产生廉价电力的大型电厂。爱迪生和许多中心电站运营者熟知筹资建设电站的困难，他们相信大型交流电站建造成本太高，而光是投资的利息就会抵消运营利润。[37]

还有另一个担心是安全。爱迪生和他的同事们花了大量时间试图为其低压系统找出更好的绝缘材料，而他们压根不相信西屋能安全地保护人们免受高压冲击。[38]最终，几个评论家指出，西屋和汤姆孙–豪斯顿推行的交流电系统没有直流电系统那么方便和多功能，两家公司都没有电表能测量每个客户以及为工厂和有轨电车供电的每个电动机用了多少电。在全面研究了交流电的优缺点之后，爱迪生总结了交流电的问题并评论说，它简直“不值得实干家关注”。[39]

哥伦布蛋

佩克和布朗深知电气工业的这种趋势。他们知道人们对电动机的兴趣日益增长，然而没人确信未来属于交流电。因此，当佩克和布朗鼓励特斯拉研究电动机时，他们并不热衷于让他做交流电动机。就他们所知，交流电可能只是一时的风尚——的确有趣，然而难以完善。如果特斯拉能专注于有现成市场的直流电动机，或许会更好。

在与佩克和布朗讨论交流电动机计划的几次令人气馁的会议之后，特斯拉意识到，是要做一个令人侧目的演示的时候了。向布朗展示鞋油盒在旋转磁场中转动是不够的，特斯拉需要做出一些能抓住支持者想象力的事情。

因此，在下一次会议上，特斯拉问佩克和布朗是否知道哥伦布的鸡蛋的故事。根据传说，克里斯托弗・哥伦布在西班牙女王伊莎贝拉一世的宫殿上以竖鸡蛋的挑战驳斥了批评者。在嘲笑者们不能把鸡蛋竖起来之后，哥伦布轻轻打破鸡蛋的一端就把它直直地竖了起来。伊莎贝拉被哥伦布战胜批评者的智慧打动了，于是

典当了珠宝以资助哥伦布的船队。[40]

当佩克和布朗确认他们听过这个故事时，特斯拉提议说，他能不打破蛋壳就把鸡蛋竖起来。如果他能比哥伦布更胜一筹，那么佩克和布朗会愿意资助他的交流电实验吗？“我们没有王冠上的宝石可以典当，”佩克回答说，“但我们的鹿皮钱包里还有几个硬币，我们可以在一定程度上帮助你。”[41]

为了获得这些硬币，特斯拉把四线圈磁铁固定在木头桌子下，并准备了一个镀铜的蛋和几个球（图 4.4）。当佩克和布朗下次来到实验室时，特斯拉把铜蛋放在桌面上，并在磁铁上加载了两个异相电流。令人惊讶的是，蛋站起来了，而当蛋和球在桌面上自己旋转起来时，佩克和布朗更加目瞪口呆。看起来像是魔术，不过特斯拉马上向佩克和布朗解释说，蛋和球是由于旋转磁场才旋转起来。被这个演示深深打动的佩克和布朗成为了特斯拉交流电动机工作的热心支持者。

这件事告诉特斯拉，发明者需要具备一定的表演技巧以为其创造物创建恰当的幻象。人们不会投资于用鞋油罐做的发明，但他们会投资于能抓住其想象力的项目。为了吸引人，通常需要利用在特定文化中具有影响力的隐喻、故事和母题——就像特斯拉这次借用哥伦布的故事。一旦把佩克和布朗吸引过来，特斯拉接着就能让他们思考其电动机的商业潜力。

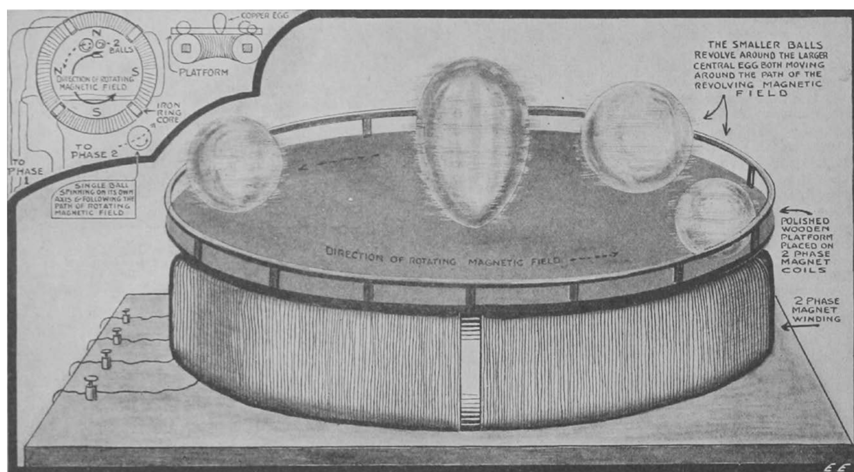


图 4.4　特斯拉的哥伦布蛋装置，时为大约 1887 年

图片来源：“Tesla’s Egg of Columbus,” *Electrical Experimenter* 6:774–775ff. (March 1919), on p. 774.

制作多相电动机

一旦用哥伦布蛋说服了佩克和布朗，特斯拉就继续开发采用旋转磁场的电动机。在西盖蒂的帮助下，他打造了两个基本的交流电动机，并且将之用于1887—1888年间几乎所有的实验中。第一个是哥伦布蛋装置的详细化版本，包含一个大的叠片环（定子）及在其中央旋转的一个铁盘（转子）（图 4.5）。[42]在第二个电动机中，特斯拉也用到了叠片环，不过这次他把四个线圈置于环内的凸起物上（图 4.6）。在第二个电动机中，特斯拉尝试了几个不同的转子，包括圆盘和鼓形绕组转子。[43]他发现这两种方式设计的电动机都能工作，并且当他反转电的连接时，电动机能瞬间改变方向。特斯拉对这些电动机非常满意，因为它们“和我想象的完全一样。我没有试图改善设计，而只是复制了出现在我视野中的图像，并且电动机的运作也总像我期望的那样”。[44]

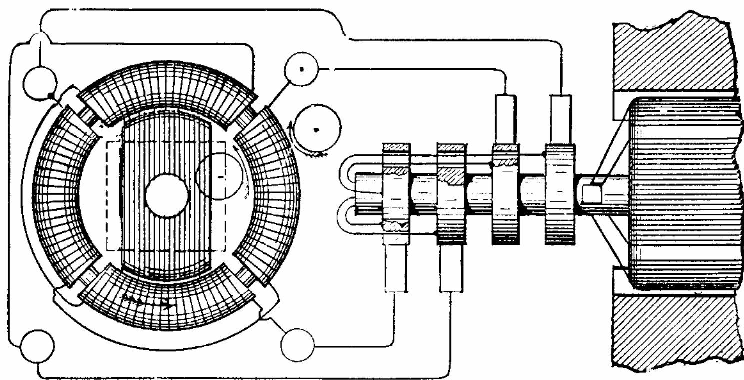


图 4.5　特斯拉 1887 年秋为实验交流电动机所做的基本实验装置

左边是电动机而右边是发电机。发电机产生两个独立的交流电，如图中转子轴上四个滑环所示。电动机包含环形线圈形式的定子，以及位于环形线圈中央的长方形钢转子。定子有四个独立的线圈并被成对地连接到发电机上。当发电机产生的两个电流的相位差为 90 度时，就能在定子中产生旋转磁场。这个场进而导致转子在枢轴上旋转。

图片来源：TCM, *The Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla*, 2nd ed. (1894; reprinted 1995), Fig. 9 on p. 16.

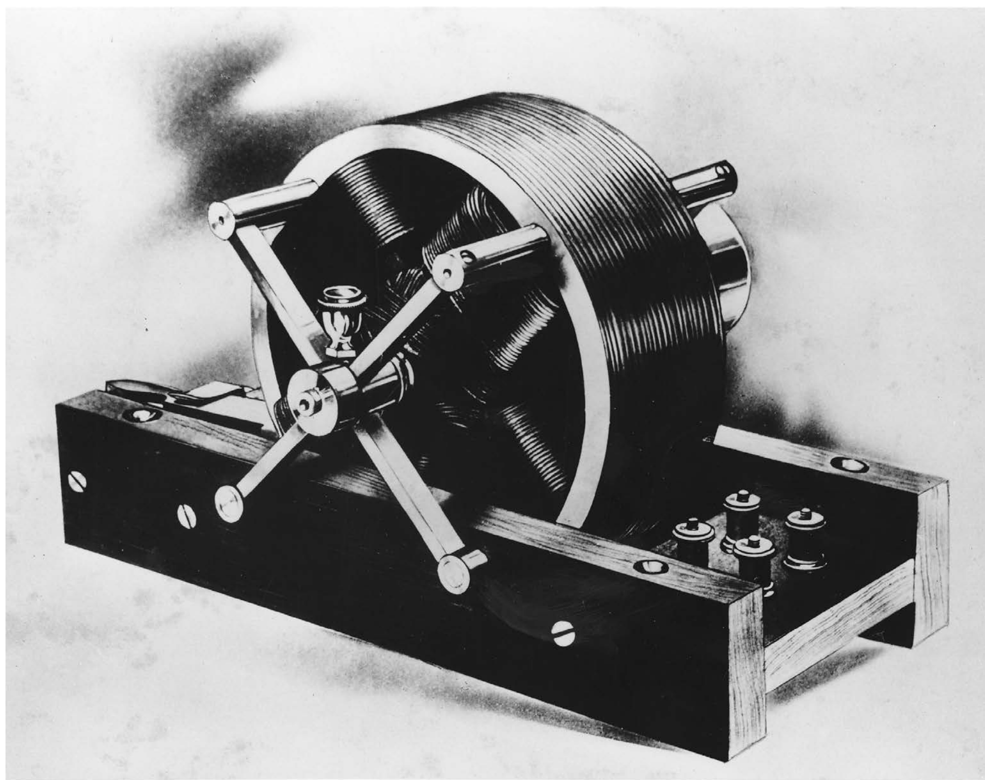


图 4.6　特斯拉 1887—1888 年间建造的电动机

图片来源：National Museum of American History.

因为这些电动机使用了两个或以上彼此异相的交流电，所以特斯拉称之为多相电动机。特斯拉不是那时在交流电动机上唯一的发明者，不过他的多相电动机明显不同于伊莱休·汤姆孙和其他对手的。首先，特斯拉专心找出了用转子中感应出的涡电流而不是用向转子提供电流的方法使它转动，因而他的电动机很简单。其次，他的电动机开发是围绕着一种不算明显的自然现象，即旋转磁场。第三，特斯拉愿意使用几个交流电来创建旋转磁场，这在他同时代的人当中是绝无仅有的。

到 1887 年底，佩克和布朗认识到特斯拉发明的是一个非同寻常的新的交流电动机，并敦促他把这些想法申请专利。佩克让特斯拉去邓肯–柯蒂斯–佩奇律师事务所咨询。佩克对这家事务所评价很高，并向特斯拉保证该事务所能为他的发明

获得有力的专利。在邓肯–柯蒂斯–佩奇律师事务所，一个合伙人帕克・W. 佩奇（Parker W. Page, 1862—1937）受理了特斯拉的专利工作。在哈佛大学受过教育的佩奇可能对特斯拉的电动机特别感兴趣，因为他的父亲查尔斯・格拉夫顿・佩奇（Charles Grafton Page）在 19 世纪四五十年代曾在电动机方面工作过，其中甚至包括一整台电池动力机车。而且，专利对佩奇家族来说是非常重要的。查尔斯・格拉夫顿・佩奇晚年从国会获得了一项特殊专利，涵盖了感应线圈的一般形式，而在他死后，他的遗孀普丽西拉说服西部联合以 25 000 美元另加由被许可人支付的专利使用费购买了这项专利权。一边是父亲曾在电动机方面工作过，一边是母亲曾成功地把超级专利卖给西部联合，帕克・佩奇无疑是代理特斯拉电动机专利的理想律师。[45]

邓肯–柯蒂斯–佩奇律师事务所的办公室位于百老汇 120 号，跟佩克的办公室在同一栋建筑物中，也就是在自由街特斯拉实验室的拐角。特斯拉定期拜访佩奇的办公室并把自己想法的草图和技术描述带给佩奇。特斯拉精心准备着技术报告形式的书面描述，这不只是因为律师的咨询建议，也是因为他希望写一本题为《1001 个交流电动机的历史》的书。据佩奇说，特斯拉在他的描述中强调了宽泛的原则，而不是特定的电动机设计。佩奇使用特斯拉的报告和草图起草了专利申请，然后让特斯拉核对和修正。[46]

佩奇和特斯拉一路走过来，现在他们面临着一个战略性决定：应当怎样保护发明？到目前为止，特斯拉沿用了多数发明家的惯例，在不同的专利申请中分别包含了各个组件的设计；例如，在弧光灯照明系统中，他为发电机、灯泡和调节器分别申请了专利。然而，对于多相电动机，佩奇和特斯拉断定，针对电动机各部件设计的一系列申请抓不住发明的本质。早在学生时代，特斯拉就把电动机当成系统来思考，而现在他想把发明当成一个系统向全世界披露。因此，佩奇和特斯拉选择了一个大胆的策略，在申请中宣称了一个使用多相电动机传输电力的系统。

特斯拉相信应把电动机视为一个完整的系统，因此于 1887 年 10 月 12 日提交了一个涵盖宽泛的专利申请。[47]在这个申请中，特斯拉声称他发明的不只是一

个新的交流电动机，而且是一个新的电力传输系统。预计到专利局的审查员可能不理解新电动机是如何工作的，特斯拉就旋转磁场如何使转子旋转的理论作出了解释。

在那个秋天，特斯拉和佩奇在这个宽泛专利申请之外又向专利局追加提交了四个申请，涵盖了特斯拉的那些可回溯到布拉格学生时代的关于电动机的各种想法。[48]然而，专利局认为这些申请的覆盖面太广；特别是，专利审查员不希望特斯拉在同一个专利里涉及电动机和电力传输系统。因此，1888 年 3 月，佩奇和特斯拉被迫把其中三个申请按电动机和系统设计分成两份分别提交。结果，特斯拉最终用七个专利涵盖了他的多相想法，并且所有这些专利都公布于 1888 年 5 月 1 日。[49]

再实用一点：分相电动机

特斯拉很自豪于他的多相电动机以及电力传输的想法，并为写这些专利申请倾注了大量精力。他沉迷于开发完整的电力传输系统的理念，在这个系统中必须把电动机和发电机彼此精心匹配。特斯拉深信，以开发整个系统的方式，他将能生产出高效的电动机和发电机，也就是它们能在可能的范围内产生最大的输出。[50]

然而布朗，特斯拉那具备技术头脑的支持者，并不完全相信系统化做法是开发交流电动机最好的方式。特斯拉的多相计划要求有四根甚至六根导线布在发电机和电动机之间，这让布朗很不安。的确，19 世纪 70 年代末安装的布拉什弧光灯照明系统曾用过四根或更多导线连接灯泡和发电机，然而鉴于铜线的高成本，19 世纪 80 年代末的电气工程师们在电气照明方面已转向二线制或三线制。[51]特斯拉的多相系统与当前西屋和汤姆孙–豪斯顿建造并运行的二线制交流电系统根本不能匹配。由于他的多相电动机被设计成以四线或六线运作，所以要把特斯拉的多相电动机简单地连接到已有的电气系统是不可能的。如果中心电站要想用特斯拉的多相系统，那么它们必须从头开始安装特制的发电机和布线网络。因此，特斯拉可能认为他的多相系统是完美的，不过在布朗看来，其商业潜力有限。[52]

1887 年 9 月，就在特斯拉展示了鞋油盒电动机之后，布朗问特斯拉能否设计一个能在已有单相电路上工作的交流发电机，也就是只需用两根导线连接到发电机上的电动机。由于那时特斯拉一心扑在多相电力传输系统的理念创建上，所以他没有意识到有人会想要工作在已有交流线路上的电动机。[53]

然而，几天之内，特斯拉就开始向布朗展示了能以两根导线使用单相交流电的电动机。在这些电动机中，特斯拉把输入的交流电分到两个支路电路上，然后用一些技术使一个支路上的电流与另外一个支路上的异相。为改变一个电流的相位，特斯拉在进入电动机的一个支路电路上放置了电阻线圈、电容和感应线圈。两个电路被分别连接到电动机定子中处于相对位置的线圈，并且其中异相的电流产生了旋转磁场。布朗表示担心额外的设备例如电阻线圈会产生热浪费并降低电动机的效率，特斯拉就通过在定子线圈中采用两种导线而把它们移除了。通过在一套定子线圈中使用低电阻的粗导线，而在另一套线圈中使用高电阻的细导线，他生成了两个异相电流，并进而产生了就像多相电动机中那样的旋转磁场。[54]

布朗被特斯拉做出这么多分相电动机的能力打动了，他鼓励特斯拉为这些想法准备专利申请。布朗着眼于电气公用设施行业的发展，他感到能加入到已有电力分配网络中的交流电动机的专利会有价值。然而，特斯拉有不同意见，他争辩说需要想出跟多相电动机一样高效的分相设计。特斯拉显然是痴迷于他理想的多相系统，并对于系统如何从一处向另一处传输电能非常感兴趣。特斯拉坚信他能提高分相电动机的效率，然而在做到之前，他只会提交多相发明的专利申请。结果，特斯拉决定不准备为他在 1887 年秋建造的分相电动机申请专利。[55]

因此，在接下来的几个月里，特斯拉继续准备多相申请，而关于分相电动机，他对律师佩奇只字未提。不过，1888 年 4 月，佩奇向特斯拉问起过这些电动机。当与特斯拉一起准备一个用变压器调节两个电流之间相位关系的申请时，佩奇碰巧询问道这个申请中描述的电动机能否以两根导线运行。特斯拉回忆道，当他回答是的时候，“佩奇先生惊奇地看着我，并让我做更全面的解释。我记得很清楚，因为当时几乎吓死我了”。佩奇不敢相信特斯拉不知道社会上对实用交流电动机日益增长的需求，并且惊异于他不想透露他已经发明了一个二线制电动机这一事实。

同时，特斯拉担心如果佩奇知道了他的二线制设计，他就不会认真对待自己的多相系统。据佩奇的回忆，特斯拉“故意不让我知道这些［二线制］电动机的信息，是害怕如果我知道多相电动机能像任何其他电动机那样在单个电路上运行，我就不会相信这个发明［也就是多相系统］能落到实处，并因而不会起草出有力的专利主张”。[56]

佩奇一旦恢复了镇静，就开始准备为特斯拉的分相电动机获取有力的专利。当时情况复杂，因为在专利局的那个多相系统的宽泛专利申请将于 1888 年 5 月 1 日公布。预见到这一点，佩奇就一直忙着准备另外六个多相具体发明的申请，并且需要在宽泛专利公布前提交这些剩下的申请。[57]如果赶不及的话，专利审查员就会拒绝这些具体的设计，理由是这些发明已经包含在宽泛专利里。此外，佩奇已经在包括英国和德国在内的其他国家提交了专利申请，而他现在也会有所担心，因为国外的多相专利必须基于美国专利的涵盖范围。如果佩奇修订多相专利申请以包含特斯拉的分相电动机，那他就要冒显著推迟国外专利的风险。为理顺这些复杂的问题，佩奇匆忙去了一趟华盛顿的专利局，回来后就起草了二线制电动机申请并让特斯拉检查。[58]

从特斯拉不情愿为分相电动机申请专利中能很容易得出结论，像其他发明者一样，特斯拉在对其工作的商业潜力的认识上也容易走入盲区。例如，伊莱休·汤姆孙没有完全领会开发使用变压器的单相交流电系统的重要性，而只是在赞助人查尔斯·A. 科芬的督促下才于 1885 年提交了专利。[59]

然而，分相电动机的经历也显示出特斯拉发明家风格的一个甚至更为强烈的特征。特斯拉迫切地想开发多相系统，是因为其中体现了一个理想的原理。在他整个交流电动机工作中，他被交流电系统中的对称性深深地吸引着：正如当转子切割穿越发电机磁场时能产生几个交流电，多相交流电也能经由旋转磁场在电动机中产生运动。特斯拉能够在多相系统中把握与使用这种理想的对称性，但在分相电动机中他做不到这一点。的确，他能用各种巧妙的技巧把电流分路，不过技巧始终比不上采用美妙的原理。

我们将会看到，纵观特斯拉的职业生涯，他的强项是识别一个宏大的想法，

并追求围绕这个想法去开发一个系统。这种做法的困难在于，这意味着特斯拉期望商人和消费者适应他的基于理念的系统，而不是他特斯拉调整系统以适应社会的需求和愿望。在这个多相还是分相电动机的例子中，这意味着特斯拉认为社会应当采用他那美妙的多相系统，就算要把已有的二线制单相系统替换为多相系统所需的更昂贵的四线制网络也在所不惜。相对于理念来说，特斯拉几乎不会考虑实际问题和成本。在这里，特斯拉就像史蒂夫·乔布斯，后者经常告诫工程师们不要担心成本，而是要设计出带有全新功能的“棒极了的产品”。[60]

跟布朗和佩奇分歧纷争的结果是，特斯拉最终申请了两组专利：一组涵盖了他的多相多线制电动机与系统的想法，而另一组则涵盖了更实用的分相二线制电动机。不幸的是，特斯拉推迟了分相申请的提交，而这个推迟削弱了其专利申请的优先权，并导致了此后长达 15 年的专利诉讼。然而我们将看到，特斯拉的这些既涵盖宽泛原理又涵盖实用设计的专利，为支持者们在与电气制造商谈判时提供了强有力的筹码。

第五章
出售电动机专利
（1888—1889）

制定商业策略

在布朗和佩奇的催促下，1888年整个4月和5月，特斯拉都在以疯狂的速度工作着。他现在理解了在分相电动机设计方面测试和准备尽可能多专利申请的必要性。“我每天都在做实验，”他回忆道，“并用一片片铁片、圆盘，以及放在临时轴承上各种形状的转子做出简易的临时……模型。我尽力回想了一下，我极有可能是做出了二十个完整的模型。”随着实验的进展，特斯拉提供口头报告给佩奇，而佩奇从中准备专利申请。佩奇和特斯拉决定，要在这些众多的实验电动机中，把注意力放在其中最有前途的做法上。他们首先提交的是定子线圈中缠绕有粗细导线的分相电动机（参见第四章）的专利申请。[1]

特斯拉在实验室里忙着，而佩克和布朗也没有闲着。越来越明显，特斯拉确实是弄出了几个有前途的交流电动机，而这时他们也开始思考怎么从这些发明中赚钱。佩克和布朗从他们之前的商业活动中知道，有三种基本策略可以遵循。第一种是，他们可以用专利来创建自己的新企业以便**制造或使用**这些发明。由于专利可以阻止其他人制造这种产品或使用这种过程，所以发明者就能通过其垄断地位来赚取利润。这个策略的一个例子是，乔治·伊士曼（George Eastman）用他

取得专利的胶卷系统从19世纪80年代开始创建伊士曼柯达公司。[2]

第二种是，发明者可以向已有的制造商授予专利使用**许可**。在专利许可下，制造商可能需要就每件制造品向发明者支付专利使用费。例如，乔治・B.塞尔登（George B. Selden）在1895年取得了“道路用发动机”专利之后，就对每一辆在美国制造的汽车向汽车制造商收取15美元的费用。不过，赛尔登最终于1911年在法庭上被亨利・福特击败。[3]

第三种做法是，直接把专利**出售**给另一家企业或公司。这样，发明者就能立即实现利润，并能避免制造与推广发明产品过程中的风险。例如，埃尔默・斯佩里（Elmer Sperry）于1904年开发了一种制作白铅的电解过程，并把它卖给了胡克电化学公司。[4]

在多数情况下，历史学家们只专注于19世纪的发明者如何运用第一种策略，即制造，这主要是因为此种策略导致了那些持续长久的公司的建立，例如通用电气或伊士曼柯达。然而，对于普通的19世纪发明者来说，这种策略风险太高，需要密集资本，并且只有从长远来看才可能会有所报偿。而且，它要求发明者能掌握错综复杂的生产和营销，而许多发明者缺乏这些商业技能。我怀疑有些发明者是在试图出售或许可其专利不成的情况下才决定成立企业以使用其发明来制造产品。例如，贝尔和他的支持者们最初试图于1876年把电话专利卖给西部联合，并且只是在西部联合拒绝购买之后才成立了美国贝尔电话公司并开始建造交换机。[5]

鉴于这些与制造有关的风险，许多19世纪的发明者们会首选出售或许可其专利。19世纪70年代期间，隶属于《科学美国人》的专利代理机构芒恩公司就敦促其发明者客户优先寻求许可的策略。[6]特别是，许可方式被认为利润很高，这是因为发明者可以向不同地区的不同公司授予大量许可。在白炽灯照明系统方面，爱迪生电灯公司通过向几十个城市的电力公司授予许可而取得了丰厚的利润。然而许可策略有一个缺点，那就是发明者必须随时警惕竞争对手侵犯其专利，以避免让被许可方失去垄断地位。由于在19世纪80年代中期没有积极保护其专利，爱迪生电灯公司无意中让几个竞争对手崛起了，其中一个竞争对手汤姆孙–豪斯顿最终于1892年与爱迪生公司合并，并组成通用电气。[7]

正是在这种背景下，佩克和布朗为特斯拉的发明制定了商业策略，这个策略可以被概括为“专利–推介–出售”。特斯拉一有新电气发明，就申请专利。而支持者们提供做实验和申请专利所需要的资金。一旦取得专利，特斯拉就会通过采访、展示和演讲来大力推介其发明以吸引商业人士。为了能从投资中赚取利润，佩克和布朗接着就会试图把专利出售或许可给已有的制造商，或那些将要设立新公司的其他投资者。因此，特斯拉及其支持者们所玩游戏的主题不是制造其发明产品，而是要将专利出售或许可。

出售或许可专利的策略给发明者及其支持者带来了独特的挑战。他们必须认识可能在寻找新技术的人，然后必须在待售专利中制造兴趣点和兴奋点，最终还要能谈成有利的条件。这些谈判涉及很多讨价还价，因为卖方（即发明者）寻求最高可能的价格以赚回开发发明的成本，而买方则寻求以保持低价来最小化其风险（把发明变成产品的成本是多少？产品好不好卖？）。同时，发明者还必须记住，他可能不是同类专利的独家卖主，要价太高便可能会把买家赶到其他发明者那里去。因此，为得到最好可能的价格以及不把买家赶走，发明者及其支持者可能会用各种论点说服买家，该发明是（同类产品中）最好可能的版本，也能发挥出最大的潜力。那么对发明者及其支持者来说，说服买家是出售或许可专利这个高风险交易的关键所在。[8]

推介特斯拉的电动机

佩克和布朗已经选择了“专利–推介–出售”作为其策略，现在必须积极而又谨慎地推介特斯拉的发明。必须找到正确的人（经营电气制造公司的经理），并让他们以正确的方式（科学而又客观地）了解他的发明。19 世纪 80 年代，数十位发明者产生出了数百项电气发明，而其中许多几乎毫无价值。例如，来自发明者的专利出让提议如洪水般地涌向汤姆孙–豪斯顿公司，其中有一个是关于被称为“电水”的蹊跷产品。[9]佩克和布朗因此必须找出一套办法，以便能抓住电气制造商的注意力，并说服他们特斯拉专利的商业潜力。特斯拉曾用哥伦布蛋抓住了佩

克和布朗的想象力，而现在轮到他们两位来抓住电气制造商的想象力了。

在这一系列的推介活动中，佩克和布朗首先要做的是提高特斯拉的知名度。自 1884 年抵达美国之后，特斯拉一直独来独往，而没有加入任何一个新近组成的电气组织，例如美国电气工程师学会、全国电灯协会或纽约电气俱乐部。[10]除了他遇到过的几个在爱迪生组织中层工作的电气技师之外，特斯拉在电气工程界认识的人不多。对特斯拉一无所知的电气界可能会非常好奇，这个来自东欧少为人知地区的 32 岁年轻人怎么就能开发出一个如此有前途的交流电动机。他说什么就是什么吗？

为使特斯拉的电动机能够被恰当地“口耳相传”起来，佩克和布朗力图寻求专家威廉・安东尼（William Anthony）教授的认可。安东尼受教于布朗大学和耶鲁大学谢菲尔德科学院，是一位电学和光学的专家。从 1872 年到 1887 年，他在康奈尔大学任物理学教授。在康奈尔时，安东尼测试过直流电动机，并设立了美国第一个电气工程学科。怀着完善自己电气发明的愿望，安东尼于 1887 年离开了康奈尔，并加入了在康涅狄格州曼彻斯特的马瑟电气公司，成为电气技师（首席工程师）。安东尼既拥有学术造诣也拥有商业经验，因此在佩克和布朗看来他必定是能够评估特斯拉电动机的理想人选。[11]

1888 年 3 月，佩克和布朗派特斯拉去曼彻斯特拜访安东尼教授。（特斯拉的这次旅程适逢史上可怕的“1888 年大暴雪”肆虐，因此他被困在曼彻斯特好几天。）特斯拉准备了两个特别的电动机让安东尼测试。两个都是多相设计，而不是分相电动机，这是因为佩克和布朗不想把特斯拉已经取得的成果暴露太多。测试进展很顺利，并且安东尼得出结论认为，特斯拉的交流电动机跟当前可用的直流电动机一样有效。安东尼对于多相电动机需要四根导线不是特别担心，因为他认为多相电动机会被用于特定的工业条件，在那种条件下对电的强烈需求本身足以抵消额外导线的成本。

测试进行完之后，安东尼参观了特斯拉在纽约的实验室。在那里安东尼和特斯拉讨论了一些具体的设计问题，例如如何构建出能最好地响应涡电流的转子，以及电动机速度与转子线圈匝数之间的关系。慑于安东尼的学术造诣，特斯拉在

这位教授面前表现得很木讷，并尽量避免跟他有不同意见。[12]

安东尼高度赞誉了特斯拉的发明。他在写给在威斯康星大学讲授电气工程的杜格尔·C. 杰克逊的一封信中写道：

> 我在纽约看到了一个大有前途的交流电动机系统。这个系统的专利申请还在专利局里，因此我是以专家的身份带着保密的承诺观看了这些机器……我看过这样一个电枢［即转子］：自重十二磅，转速每分钟三千转，当其中一个交流电路［中的电流］被突然反转时，转子的旋转方向也能瞬间反转，以至于我几乎看不清它是怎么发生的。总的说来，你只知道它没有换向器。电枢外面什么都没有连……
>
> 对我来说其效果太完美了。当然，美中不足的是它需要两套独立的电路连接到发电机，因此不能用于已有的［二线制］系统。不过在我刚刚描述的电动机的组成中，绝没有一个像换向器那样的东西，而是由两个此起彼落周而复始的交流电流把问题都解决了。除了两个轴承就再也没有一个会被磨损的地方。[13]

安东尼不只是在同侪工程师当中传播特斯拉电动机的消息，而且还在 1888 年 5 月给波士顿麻省理工学院艺术学会的一次演讲中讨论了特斯拉的成就。[14]

在得到安东尼赞许的评价之后，佩克和布朗联系了技术媒体。当获知多相专利将于 1888 年 5 月 1 日公布时，他们邀请了多家电气周刊的编辑们来参观实验室。在 1888 年 4 月的后几周，特斯拉向《电气评论》的查尔斯·普赖斯（Charles Price）和《电气世界》的托马斯·康默福德·马丁（Thomas Commerford Martin）展示了其多相电动机。普赖斯和马丁都颇感兴趣，并且普赖斯在专利公布后还撰文报道了特斯拉的电动机。[15]

AIEE演讲

推介活动的焦点是特斯拉 1888 年 5 月 16 日在美国电气工程师学会（AIEE）

的演讲。安东尼是该学会的副主席而马丁是前主席，他们鼓励特斯拉就其多相发明递交并宣读一篇论文。因过度劳累而疲病交加的特斯拉最初拒绝做这个演讲。然而，安东尼和马丁一再坚持，而特斯拉在演讲的头一天晚上才匆忙写就了演讲材料。

作为演讲的道具，特斯拉展示了安东尼测试过的那两个电动机。为了能在演讲后参加后续的讨论，马丁有意安排自己不（如他常做的那样）主持会议，而是要求 AIEE 的副主席兼爱迪生电灯公司的财务主管弗朗西斯 ·R. 厄普顿（Francis R. Upton）来主持。

特斯拉 AIEE 演讲的题目为《一个交流电动机与变压器的新系统》。尽管这个题目显得很温和，不过他一开始就旗帜鲜明地宣扬了多相交流电："我现在非常高兴地恳请各位注意……一个新颖的以交流电形式分配与传输电力的系统……我深信这种电流的超级适应性将能马上凸显于电力传输中。"为了支持他的主张，特斯拉开始用他第一个多相专利中的分步示意图来解释两个独立的交流电是怎样产生旋转磁场的。为了让这些工程行业的听众们相信旋转磁场能施以电动机转子一个均匀的牵引力，他对该过程中的相关作用力进行了一个简明的数学分析。特斯拉接着描述了基本的多相电动机，其中包含了带四个独立线圈的定子环以及钢制的圆盘转子（参见图 4.5）。他强调，这个电动机能很容易地反转旋转方向，并且还是同步的（即与发电机的运行速度相同）。预见到可能有人会抱怨多相电动机不能运行于已有的交流电系统，特斯拉辩解称，相对来说，很容易通过改变转子线圈的连接以及滑环的设置，使得发电机产生出具备恰当相位关系的几个交流电。特斯拉还认为，如果电站能安装大型多极发电机（在转子和定子中有 64 或 128 个线圈），那么就能相对容易地设计出以任何所需的速度运行的电动机。（我们在第九章将会看到，这两个方法都不是特别简单，都有大量的工程工作要做。）[16]

特斯拉演讲之后接着是讨论。为了支持特斯拉的演讲，马丁发了言，并邀请安东尼就特斯拉电动机的能效做了报告。安东尼强调了他测试的两个电动机是小的实验机型，而小电动机往往比大电动机能效低，他进而说明特斯拉多相电动机的能效约为 50%到 60%。[17]

紧接着安东尼之后发言的是伊莱休·汤姆孙。自 1884 年开始他一直在进行交流电动机的工作，在他的电动机中是用换向器向转子发送交流电。通过让换向器在恰当的时刻切向不同的转子线圈，汤姆孙就能在转子和定子之间设立一个磁斥力，进而使转子转动。汤姆孙希望能申明他是交流电动机的发明者，曾于 1887 年 6 月向 AIEE 递交了一篇论文，在其中阐述了感应互斥原理。[18]现在面对特斯拉开发出实用交流电动机的声明，汤姆孙提醒听众不要忘了他本人的努力，并承诺在将来的会议上报告他的电动机。实际上，汤姆孙是在礼貌地警告特斯拉，他不是唯一致力于交流电动机的人，并且要预见到将发生在专利局和市场上的狭路相逢。尽管新来者特斯拉很清楚汤姆孙作为发明家的实力，但他没有退缩，反而坚持了自己的立场。在认可了汤姆孙“首屈一指的专业能力”之后，特斯拉接着回应说，他曾构建了一个像汤姆孙那样的电动机，不过没有继续下去，这是因为他相信没有换向器的电动机才可能是最好的电动机。[19]

汤姆孙的评论没能站住脚，而特斯拉是那一天的胜利者。厄普顿以主席的身份总结会议说：“我相信这个电动机——如果我说错了,特斯拉先生可以纠正我——是展现在公众面前的第一个优良的交流电动机——难道不是这样吗，特斯拉先生？”厄普顿随后宣布，特斯拉邀请听众们去自由街的实验室观看电动机的运作。[20]

出售特斯拉的专利

特斯拉的想法抓住了电气工程界的想象力，并且所有主要的工程期刊都转载了他的演讲论文。作为对其论文的回应，有几个电气专家把对特斯拉电动机的评论邮寄给编辑，而这些也被转载了。多相电动机已“在论文中被预告为技术上的一大进步”，现在舞台已经搭建好了，就等着佩克和布朗去把特斯拉的专利卖给出价最高者。[21]

特斯拉把与出售电动机专利有关的谈判事宜全部委托给了佩克和布朗。特斯拉最初希望他们能把专利卖给马瑟电气公司，因为特斯拉喜欢安东尼，并认为在安东尼的帮助下他将能进一步改善电动机。[22]佩克和布朗邀请了马瑟来投标这些

专利，但同时也联系了其他的电气制造商。1888 年 4 月末，他们向汤姆孙–豪斯顿发出了专利出让提议，而查尔斯·A. 科芬让汤姆孙审查这些专利。汤姆孙致力于自己的交流电动机，并且总的来说反对购买外部发明者的专利，因此他建议汤姆孙–豪斯顿不要购买特斯拉的专利。汤姆孙认为特斯拉的多相专利价值不大，值不回所要的专利费。[23]

佩克接下来找到了西屋电气制造公司。我们已经看到，乔治·威斯汀豪斯是电气行业的后来者，并且他已决定把赌注放在交流电而不是直流电上。威斯汀豪斯和他的同事知道，只有当他们能提供一个交流电动机给中心电站公用设施客户时，他们才可能说服客户购买他们的交流设备。因此，西屋公司很可能就会是特斯拉专利的下家。

西屋的首席电气技师奥利弗·B. 沙伦伯格（Oliver B. Shallenberger）自己也研究过旋转磁场，因而他们于 1888 年 5 月就特斯拉的专利跟佩克接洽。1888 年 4 月，沙伦伯格无意中把一个小的螺旋弹簧放在了一个交流电弧光灯系统中的电磁铁上。沙伦伯格惊讶地看到弹簧自己旋转了起来，并很快意识到是变化的磁场导致了它的转动。沙伦伯格认识到能利用这种现象来创造瓦特计或交流电动机。由于公司更需要一个能测量单个客户用电量的电表，所以那时沙伦伯格专注于开发瓦特计而不是交流电动机。[24]

沙伦伯格的发现最初让西屋工程师们大喜过望，不过当他们获知沙伦伯格不是发现旋转磁场的第一人时，他们的希望很快就破灭了。[25]在这个发现上，特斯拉和意大利物理学家加利莱奥·费拉里斯（Galileo Ferraris）比沙伦伯格更早。在沙伦伯格用弹簧发现了这个现象之后的几周，威斯汀豪斯获知费拉里斯也研究了交流电是如何产生旋转磁场的。作为其企业家风格的特点之一，威斯汀豪斯会定期浏览工程期刊以搜寻能助其掌控关键技术的行业发展动态。在阅读的过程中，威斯汀豪斯留意到 1888 年 5 月多家期刊对《都灵皇家科学院学报》中费拉里斯文章的引用。[26]

费拉里斯是都灵皇家工业博物馆的应用物理学教授，研究过光学，并且对于光波行为的数学分析特别感兴趣。[27]在 1884 年都灵国际电气展览会上测试过戈拉

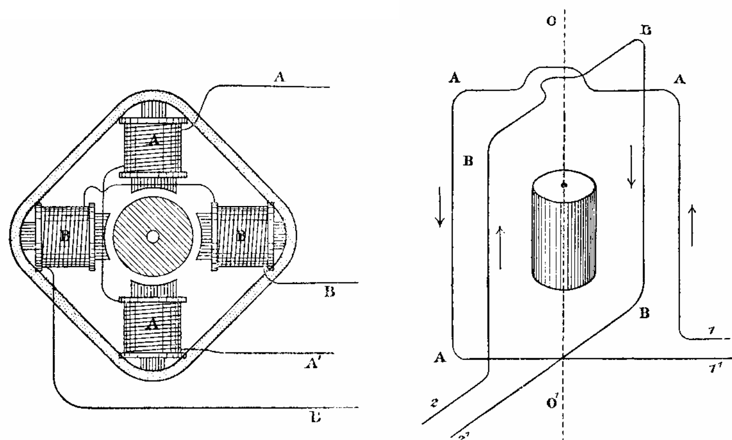


图 5.1 费拉里斯 1885 年左右的交流电动机

图片来源：S. P. Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 2nd ed., (1900), figs. 332 and 333 on p. 442.

尔和吉布斯的交流电系统之后，费拉里斯决定要研究变压器。[28]此时，电气研究者们并没有完全理解变压器中输入（初级）电流与输出（次级）电流之间的关系。费拉里斯借用了他的数理光学知识，从理论上导出了变压器初级和次级电流之间应当有一个 90 度的相位差。他接着推测，如果相位差如此，那么这两个电流应当能产生出圆周运动，就像相位差为 90 度的两个光波能产生出圆形干涉图样。[29]为了验证这个推论，1885 年费拉里斯构造了一个实验装置，其中包含了两个互相垂直放置的线圈（图 5.1）。在两个线圈之间，费拉里斯在枢轴上放了一个小的铜柱，并且当他把这两个线圈分别连接到（已通电的）戈拉尔–吉布斯变压器的初级和次级线圈上时，他发现铜柱旋转了起来。费拉里斯很高兴他的装置证实了变压器中初级电流和次级电流之间有相位差，并且在与其他电气研究者的谈话和信件中自由分享了这一结果。

费拉里斯一直都没有发表其 1885 年实验的结果，直到 1888 年在读到汤姆孙的感应互斥电动机之后才将之发表。在 1888 年的论文中，费拉里斯回顾了他关于变压器相位差的发现，解释了如何采用他的想法使阿拉戈铜盘旋转，并提议可能可以用他发现的原理来开发瓦特计。他还报告了如何通过在电路的两个分支中放置感应线圈和电阻器以创建两个异相电流，这跟特斯拉 1887 年在分相电动机中用

到的技术是一样的。

但最重要的是，费拉里斯讨论了是否能用旋转磁场来建造实用的电动机。费拉里斯构建了一个小的以铜柱做转子的电动机，并连接到功率计以测量这个电动机做了多少机械功。在这些测试中，费拉里斯发现，当电动机的速度提高的时候，所做的功反而会减少。费拉里斯再次诉诸数理物理学，他断定当电动机速度提高时，铜柱中的感应电流不只会创建磁场而且还产生了大量废热。根据费拉里斯的分析，当铜柱达到最高速度时，感应电流会产生等量的机械功和热，而导致的结果就是，电动机会变得低效并开始慢下来。基于这些测试和数学分析，费拉里斯得出结论说："基于（旋转磁场）原理的装置……当作工业电动机是没有多少用处的。"[30]

多年来人们一直争论不休，到底是特斯拉还是费拉里斯应当被称为交流感应电动机的发明者。[31]在某种程度上，这个混乱最早的成因是，在费拉里斯 1888 年论文最早的英文报道中漏掉了废热分析一段，因而给人造成的印象是依据他的研究就能做出一台实用的电动机。[32]但正如我们所见，费拉里斯在其论文中得出了截然相反的结论：他不认为使用旋转磁场能开发出一台实用的电动机。然而，费拉里斯应当被称为研究交流电如何产生旋转磁场的第一人。更重要的是，应当认可费拉里斯在交流电现象讨论中引入相位的概念。多亏了费拉里斯的数学分析，电气工程师们才能快速掌握交流电动机和多相电流背后的概念。然而，不争的事实是，特斯拉构建出了第一台实用的交流感应电动机。

花开两朵，各表一枝，让我们回过头来再讲一下威斯汀豪斯。在读到费拉里斯论文的报道时，威斯汀豪斯决定最好能获得可能从费拉里斯的工作中引出的任何专利权。因此，威斯汀豪斯派同事潘塔莱奥尼（Pantaleoni）到都灵去，目的是想用 1000 美元买断费拉里斯的设想在美国的专利权。[33]正如一年前获得了交流变压器的专利控制，现在威斯汀豪斯买断了费拉里斯工作成果的专利权，因而在专利权方面获得了对交流电动机领域的广泛覆盖。

在威斯汀豪斯得知费拉里斯相关工作的同时，沙伦伯格也曾表示担心，特斯拉的专利可能会阻止公司成功地开发交流电动机。作为回应，1888 年 5 月末威斯

汀豪斯派遣西屋电气的副总裁亨利·M. 毕勒斯比（Henry M. Byllesby）和总法律顾问托马斯·B. 克尔（Thomas B. Kerr）到纽约去。

佩克让特斯拉在自由街的实验室向毕勒斯比和克尔展示了多相电动机，而毕勒斯比向威斯汀豪斯报告说电动机的运作似乎很令人满意。尽管特斯拉就他的电动机作出了解释，毕勒斯比还是抱怨说："他的解释不够自然，让我不能完全理解。"毕勒斯比注意到特斯拉的电动机需要超过两根导线，这说明特斯拉和佩克选择了留有余地，而不是把分相系统的设计和盘托出；毕竟，为什么要把所有东西一次就暴露给客户呢？总的来说，毕勒斯比被打动了，并且他告诉威斯汀豪斯："仔细想来，从我所能做的检查中判断，这个电动机很成功。"

无疑是借鉴了出售共同联合给杰伊·古尔德的经验，佩克知道他必须先虚张声势一番以便能从与西屋的交易中获得最好可能的结果。因此，当毕勒斯比和克尔表达了为西屋购买专利的兴趣时，佩克告诉他们旧金山的一个资本家已经出价到 200 000 美元另加每台安装的电动机每马力 2.5 美元的专利使用费。"条款实在荒谬，"毕勒斯比告诉威斯汀豪斯，"并且我这样告诉他们……我告诉他们我们不会把这件事想得那么了不起……为避免给人造成我对此事好奇心起的印象，我缩短了访问行程。"[34]

尽管佩克漫天要价，毕勒斯比和克尔还是建议威斯汀豪斯买下特斯拉的专利以便能全面覆盖对旋转磁场原理的应用。然而，为了迫使佩克接受较低的价格，威斯汀豪斯决定派他的明星发明家沙伦伯格和小威廉·斯坦利去审查特斯拉的工作。或许他们能说服特斯拉和佩克，西屋技术实力雄厚，对方应退让一步。沙伦伯格和斯坦利去看特斯拉就有点像是史蒂夫·乔布斯 1979 年对付施乐帕洛阿尔托研究中心（PARC）的情形。乔布斯一心想让 PARC 的科学家们向他展示他们的新图形用户界面，就先筹划了让施乐的风险投资部门对他那羽翼初成的苹果电脑投资，因此 PARC 不得不配合。就像施乐的投资是迫使 PARC"扒光衣服"并自暴秘密的"肌肉"，沙伦伯格和斯坦利就是西屋的"肌肉"。[35]

沙伦伯格于 1888 年 6 月 12 日参观了特斯拉的实验室，并且特斯拉向他展示了以四线运作的电动机。沙伦伯格很快就认识到，特斯拉不只是比他早八个月发现

了使用旋转磁场的想法，而且还更进一步用这个原理做出了一台电动机。沙伦伯格无法动摇特斯拉和佩克，就回到匹兹堡，并敦促威斯汀豪斯买下这些专利。[36]

沙伦伯格回来后，斯坦利紧接着于6月23日也参观了特斯拉的实验室。正如我们所见，斯坦利曾帮西屋开发出单相交流电照明系统，在其中他设计了一个实用的变压器并证实了变压器应当与发电机并联而不是串联。当西屋的律师准备为斯坦利的变压器设计申请专利时，乔治·威斯汀豪斯决定并联使用变压器的原理应当被包含在他们代表戈拉尔和吉布斯申请的一个专利当中。这个决定大大惹恼了斯坦利，但为了参与交流电的开发，他还是留在了西屋。斯坦利后来评论说，他把威斯汀豪斯看作一个无赖，不过他采纳了"父亲的建议：最好是帮助而不是惩罚一个无赖，特别是如果连你的朋友都站在他那一边的话"。[37]

斯坦利能认识佩克是因为他父亲是佩克在新泽西州恩格尔伍德的邻居。因此，佩克对小斯坦利跟威斯汀豪斯的龃龉也知道得一清二楚。佩克知道小斯坦利是一位交流电的先锋，而且相当自负，因此他担心斯坦利可能也在做自己的交流电动机。特斯拉后来解释说："佩克先生认为，斯坦利先生是会想象他也做出了那个发明的那种人，并很有可能与我起冲突。"[38]为应付斯坦利，佩克决定采取攻势，并指示特斯拉把多相和分相电动机都展示给斯坦利。这样做，就能还击斯坦利发明过比特斯拉更好的电动机诸如此类的说法。

一俟到达自由街的实验室，斯坦利就迫不及待地宣称，"西屋的小伙子们"已经开发出交流电动机，而且比特斯拉的还要好。特斯拉没有被斯坦利牵着鼻子走，而是静静地问他想不想看能以两根导线运行的电动机——特斯拉和佩克没有给毕勒斯比和克尔看的那一个。[39]看到了这个电动机，斯坦利不得不承认特斯拉确实领先于西屋的工程师。"就我所知，沙伦伯格或我自己提出过的每一种形式的电动机特斯拉先生都已经试过了，"斯坦利向威斯汀豪斯报告说，"他们的电动机是我见过同类产品中最好的。我相信它比大多数直流电动机更高效。我也相信确实是他们发明出了最好的电动机。"[40]

佩克继续对西屋施压，他告诉斯坦利，他正要把专利卖给另一买家。听到这个消息，威斯汀豪斯决定不再等了，就让克尔、毕勒斯比和沙伦伯格跟佩克和布

朗谈出个协议来。[41]1888 年 7 月 7 日，佩克和布朗同意以 25 000 美元现金、50 000 美元期票以及每电动机每马力 2.5 美元的专利使用费把特斯拉的专利卖给西屋。西屋保证第一年的专利使用费至少 5000 美元，第二年 10 000 美元，并且此后每年 15 000 美元。此外，西屋公司还把在开发电动机过程中发生的所有费用报销返还给佩克和布朗。[42]大概来说，这个协议意味着西屋公司十年间要向特斯拉、佩克和布朗支付 200 000 美元。在整个专利存续期内（17 年），特斯拉和他的支持者们至少可以坐收 315 000 美元。虽然没有在合同中指定，特斯拉还是同意来匹兹堡，并向西屋的工程师分享他在交流电动机方面的所学。

特斯拉没有把从西屋交易中获得的 200 000 美元装在自己的口袋里拍拍屁股走人，而是与佩克和布朗分享了收益。由于他们灵活地处理了商务谈判并承担了开发电动机的所有财务风险，因此特斯拉给了佩克和布朗整个交易收益的 5/9，而自己留了 4/9。用这种方式，特斯拉认可了佩克和布朗在开发交流电动机当中扮演的必不可少的角色。[43]

栖身西屋

为能把他设计的交流电动机投入生产，特斯拉于 1888 年 7 月搬到匹兹堡。特斯拉在匹兹堡时，西盖蒂留在纽约继续工作于几个特斯拉没有转让给西屋的电动机专利。[44]

在匹兹堡期间，特斯拉跟沙伦伯格和其他西屋的小伙子们密切合作，并变得对乔治·威斯汀豪斯非常钦佩。特斯拉写道：

> 自打 1888 年开始看到他，我乐于认为乔治·威斯汀豪斯……骨骼有力，关节均匀而又灵活，眼睛如水晶般清澈，步伐快速而有弹性——显示出一种难得的健康与力量感。他就像森林中的狮子，有力而又欣然地呼吸着他工厂里烟雾缭绕的空气。虽然那时他已四十岁，但仍保持着青春的热情。他总是面带微笑，和蔼可亲，礼貌周详，与我见过的那些粗野随意的人形成了鲜明的对照。他没有一句令人反感的话，也不会有一

> 个冒犯的举动……然而，当真正的挑战来临时，你找不出比威斯汀豪斯更激烈的对手。他就像日常生活中的运动员，当面对看似不可逾越的困难时，他就变身为巨人。他热衷奋斗，从不失信心。当别人在绝望中放弃时，他已得胜凯旋。就算把他放在一切都跟他作对的另外一个星球，他也能决然自救。[45]

特斯拉最初致力于改善他从纽约带来的两个多相电动机，并预期西屋会开发一整套新的用四线连接发电机和电动机的多相系统。由于他的电动机在低频时效果最好，因此他把电动机设定为以（每秒）50 转的频率运行，并且实验了新的变压器设计。[46]

然而，威斯汀豪斯希望特斯拉设计的某个电动机能被用来为有轨电车供电，并运行于已有的单相二线制电路上。当时，西屋系统使用 133 转的频率，因而不会有消费者抱怨白炽灯闪烁的问题。尽管特斯拉感觉理想的电动机是那个以 50 转运行的多相版本，但他还是同意做出一个能投入生产的分相版本。为改造电动机使之适合于这一目的，特斯拉和西屋的小伙子们做了几个设计更改，包括增加转子中铜导线的数量，还有以软的贝西默钢取代转子和定子的熟铁铁芯。仅改用钢铁芯一项就使输出的功比典型的电动机增加一倍，而西屋公司把这一发现当作商业秘密，并小心翼翼地保护了多年。特斯拉也与西屋首席设计师阿尔伯特·施密德（Albert Schmid）合作开发了一个易于铸造和加工的标准定子框架。在进行这些更改工作时，特斯拉也为西屋准备了专利，并于 1889 年提交了 15 个申请；就专利数量而言，这一年是他整个职业生涯中最多产的一年。[47]

基于这些设计更改，西屋公司 1889 年初建造了 500—1000 台分相特斯拉电动机，不过尚不清楚在其中实际发出去有多少台。西屋最初把它们销售给矿山机械用，而不是安装于有轨电车。[48]此外，公司还决定在电动机中使用石墨轴承，而特斯拉认为那将会因过热而无法工作。当西屋公司没有遵从他的建议并开始把这些电动机发货时，特斯拉决定，是时候离开了。

失望的特斯拉于 1889 年 8 月离开西屋，前往欧洲观看巴黎世博会。为了能让

交流电动机的工作继续下去，特斯拉建议西屋把项目交给他的助手查尔斯·F. 斯科特（Charles F. Scott）来接手。斯科特是俄亥俄州立大学的工程专业毕业生，开始的工作只是为特斯拉的发电机加油，不过我们的发明家先生对斯科特的勤奋和敏捷的头脑印象深刻。[49]（我们在第九章还会接着讲述特斯拉的电动机在西屋的故事。）

对幻象的几点讨论

特斯拉的交流电动机经历揭示了幻象在技术变革过程中发挥的核心作用。特斯拉的交流电动机并不会只是因为在技术上优于其他电动机，就能被西屋公司和电气工程界“自动地”采用；当然，特斯拉的电动机在工业运用之前需要数年认真的工程设计。然而，特斯拉及其支持者之所以能成功地推介他的电动机，是因为他们为之创建了恰如其分的幻象。在佩克和布朗的指引下，特斯拉提交了“恰当的”专利，从安东尼教授那里获得了“恰当的”技术认可，在 AIEE 举行了同样“恰当的”演讲展示，并通过技术媒体获得了必要的知名度。一旦特斯拉的电动机被“口耳相传”起来，佩克就知道怎样操控威斯汀豪斯和他的同事以达到以最高可能价格出售专利的目的。显然，特斯拉的电动机之所以能一路向前，它不是通过披露那些冷冰冰的确凿数据，而是通过精心编排选定的信息与微妙的建议才达到的。

特斯拉与电动机的故事表明，我们需要发展出更妥当的方式来思考商业决策与技术选择。在对不确定的技术作出选择的过程中，发明家和企业家经常必须从他们对技术和市场的当前了解中推测出未来会发生什么。从经济学家那里，历史学家已经学会了以有限理性和路径依赖等概念来谈论这种情况。[50]这些概念有助于指导我们努力去理解特定的语境因素如何影响关键决策，然而这些概念未能涵盖另外一些非常真实的方法，这些方法被个人如特斯拉和佩克有意识地用来主导人们的技术决策制定。通过精心导演关于特斯拉电动机的话语言论，他们有效地改变了电气工程师们思考公用设施行业电动机的方式，从而为特斯拉的发明创造了“空间”。无数的事实表明，人们说什么并不重要，重要的是以何种方式让别人理解他们。幻象在指导我们理解“真实”世界如何运作方面扮演着重要的角色。

第六章

探求新理念

（1889—1891）

1889 年 8 月，特斯拉愈发焦躁不安，并准备离开西屋。他已经揭示了交流电动机的完美想法，而细节的工作就交给别人好了。他已打算进军全新的领域。

靠着从西屋获得的酬劳做生活费，特斯拉在那个夏天作为美国电气工程师学会代表团的成员前往欧洲参加国际电气大会。与这个大会一起举行的还有巴黎世博会，因此特斯拉有机会观看众多的电气展览以及埃菲尔铁塔的揭幕。[1]在那里，特斯拉目睹了年轻的挪威物理学家威廉・比耶克内斯（Vilhelm Bjerknes）所做的关于振动膜片的展示讲演。很可能是比耶克内斯向特斯拉介绍了海因里希・赫兹的电磁波发现。1887 年，赫兹报告说，他检测到了詹姆斯・克拉克・麦克斯韦从其电和磁的理论工作中预言的电磁波。比耶克内斯曾经来巴黎参加过昂利・庞加莱的电动力学讲座，并随后作为赫兹的助手在波恩大学待了两年。赫兹和比耶克内斯一起研究了振荡电路中的谐振问题。[2]

特斯拉对于在西屋的烦琐工程工作深感疲惫，现在看到了赫兹的发现不免为之一振，“那种感觉就像是一个疲惫的流浪汉在路上发现了非常多的新鲜浆果”。电磁波在特斯拉看来是一个开放广阔的领域，正如他在 1899 年以诗意的文字所写的：“旅程尚在途中，流浪汉已几于力竭。他渴望更多的甜浆果，并焦急地问道：‘之前可曾有人经过此路？’”[3]

在匹兹堡的几个月期间，特斯拉已经付清了他纽约实验室的租金，好让西盖

蒂有地方继续测试特斯拉的设备。特斯拉返回纽约后，开始在格兰德街 175 号的新实验室工作。这个实验室只有一个房间，并被分隔成了几个区；特斯拉的支持者布朗便抱怨这里的空间太小，不能完成他认为需要完成的工作。随着实验室的搬迁，特斯拉也把住处搬到了百老汇的阿斯特豪斯酒店，酒店位于巴克利街与维西街之间。阿斯特作为一所“老式而又保守的建筑”，是曼哈顿市区的头牌酒店。[4]

为了帮助在格兰德街的实验，特斯拉组织了一个工匠小组。除了一个德裔美国玻璃吹制工戴维·耶格塞尔（David Hiergesell），特斯拉还雇佣了另外两个机械师，一个是匈牙利人查尔斯·莱昂哈特（Charles Leonhardt），另一个是曾在布朗和夏普工厂工作过的 F. W. 克拉克（F. W. Clark）。特斯拉还聘请了在拉威时帮手过弧光灯照明系统的保罗·诺伊斯。[5]

在格兰德街工作的这一帮人当中的关键人物，当然是西盖蒂。西盖蒂跟特斯拉一起工作已经九年了，一路追随他从布达佩斯到巴黎、斯特拉斯堡，再到纽约。在实验室中特斯拉很重视西盖蒂的建议，他解释道：“西盖蒂是一个拥有巨大创造力和智慧的人，在来美国之前已经从事电气设备安装很长时间了。他并非是一个像我那样的理论派人士，然而他能完全理解我的每一个想法。”到现在为止，西盖蒂不仅仅是一个值得信赖的员工，正如特斯拉后来所说的：“他为我工作这么久以来，我可以说，他是我的一位非常亲密的朋友，而我也尽我所能地对待他。”[6]

在这段时间里，特斯拉的工作还是以佩克和布朗所组建的特斯拉电气公司的名义进行的。1890 年 3 月和 4 月，特斯拉又提交了三个交流电动机专利，并且算在公司名下；这是最后算在公司名下的专利，此后所有的电动机专利都由特斯拉本人持有。[7]对特斯拉来说不幸的是，佩克患病并搬到北卡罗莱纳州阿什维尔，或许是希望在那里能重获健康。随后佩克于 1890 年夏天去世。[8]尽管特斯拉在接下来的几年里继续咨询布朗，然而布朗没能提供像佩克曾贡献于特斯拉交流电动机早期成功的那种精明的商业判断。

在格兰德街的实验室探求新领域的过程中，特斯拉思考了电气科学技术的总体发展。在他看来，电气研究可以在三个主要方向上发展：高电压、大电流或高频率。他评论说：“第一种是数百万伏特的超高电压，如果能以实用的方式产生出

来的话，那将带来各种令人惊叹的可能性；第二种是数十万安培的电流，能以其惊人的效果抓住人们的想象力；而其中最有趣和最具魅力的是第三种，即强有力的电振动能产生远距离的神秘行为。”在这三个方向当中，特斯拉断定最有前途的是那个当前最少被研究的领域，即高频现象。在那里，他觉得他不仅能贡献于技术领域，还能贡献于理论科学。特斯拉问道：“发明出新方法及设计出新方式以帮助科学人士把研究推进到这些实际上未知的领域，还有什么比这更有意义的工作吗？”[9]

在向高频现象研究的转向中，特斯拉可以利用他已经开始开发的机器。在1888年去匹兹堡之前，他已经开始考虑如何在已有的使用133赫兹单相交流电的西屋电路上运行他的电动机。与此同时，特斯拉还希望提高他的电动机的速度。为了解决这两个问题，特斯拉设计了一个新的交流发电机。为得到更高的频率，他把定子的极数从四个提高到二十四个。由于他的电动机是同步的（这意味着其运行速度与发电机一致），因此特斯拉必须设计能相对高速运转的新发电机。通过增加磁极的数量和发电机的速度，特斯拉能够产生出每秒振动2000次的电流。[10]

而现在在格兰德街，特斯拉想知道能用频率为每秒10 000次或20 000次的电流来开发出什么样的新发明。为达到这样高的频率，特斯拉于1890年建造了几个交流发电机，其转子和定子中有数百个电磁铁。由于电流的快速反转会在铁或钢芯中产生出不必要的热，因此必须仔细设计这些电磁铁的形式。特斯拉把最大化电流与最小化热量之间的斗争比作“完全是一出瓦格纳式歌剧”，在其中我们的发明家“才远离海怪斯库拉，又靠近海怪卡律布狄斯”。[11]为使这些发电机能以高达每分钟20 000转的速度运行，特斯拉以辐条轮的形式做了其中某些转子，并就轴承和其他机械方面作了修整。在这个工作当中，特斯拉利用了他在爱迪生机器厂和西屋获得的设计发电机和电动机的经验。[12]

特斯拉用这些高频发电机来研究与弧光灯和电力分配有关的潜在应用。19世纪90年代早期，广泛用于街道照明的弧光灯只能运作于直流电路；当运行于交流电路时，就会产生与交流电频率成正比的恼人的嗞嗞声。然而，当使用高频交流电时，嗞嗞声会移到人耳的识别范围之外，那么就有可能在交流电路上运作弧光灯。因此，特斯拉把他的第一个高频发电机专利声明为一种运作弧光灯的方法。[13]

发明特斯拉线圈

在开发这些发电机的过程中，特斯拉重复了赫兹发现电磁波的实验，因为在巴黎时他“燃起了热情之火并升腾起亲眼目睹这个奇迹的愿望”。[14]这种热情导致了他最著名的发明之一，特斯拉线圈。

赫兹在其产生和检测电磁波的经典实验中，用了一个强大的感应线圈连接到一个电池、一个电流断续器和一个火花隙（图 6.1）。然而，为了能领会赫兹的实验，我们首先需要了解这个感应线圈是怎样工作的。这个感应线圈通常被称为鲁姆科夫（Ruhmkorff）线圈，包含了两个绕组（一个用粗导线而另一个用细导线），两个绕组通过石蜡或古塔胶来彼此仔细绝缘，并缠绕在一个公共的铁芯上。就像在变压器中那样，粗的绕组被称为初级线圈而细的绕组被称为次级线圈。电池和电流断续器连接到初级线圈而火花隙连接到次级线圈。

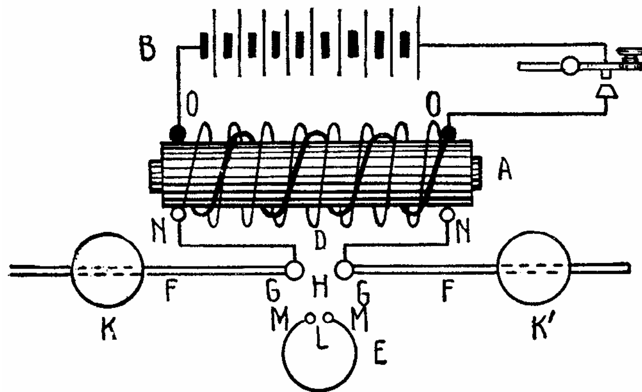


图 6.1　赫兹用于研究电磁波的装置示意图

关键部件：

A　含有粗细导线绕组的感应线圈

B　电池

C　键或电流断续器

H　火花隙

L　带间隙的导线环，赫兹用它来检测波

图片来源：*Hawkins Electrical Guide* (New York: Theo. Audel, 1915), 9:2268, fig. 3104.

与变压器一样，是变化的电流使感应线圈产生出高压火花。因此，当电流断续器打开或关闭电路时，从电池流到初级线圈的电流量发生变化，并导致初级线圈周围的电磁场扩大或缩小。当初级线圈的场变化时，在次级线圈中感应出电流。由于导线的粗细不同，所以次级线圈的匝数可以远远超过初级线圈，并进而极大地提高在次级线圈中感应出的电流的电压。由于次级线圈中产生的电压如此之高，因而它能够电离火花隙中的空气，使得火花跳过火花隙的两端。精心构造的感应线圈能产生出可跳过约 40 厘米间隙的火花。[15]19 世纪中叶，物理学家运用感应线圈产生出大量电荷以研究静电效应。

现在让我们接着说赫兹。1887 年之前，他用感应线圈进行了几个实验，在其中每当电流断续器打开其装置的初级线圈电路时，在次级线圈中就能产生一系列火花。正如著名的无线电史学家休・艾特肯提醒我们的，这些火花“无疑表示了电流的突然冲击——准确的说，是电流的一种加速流动，而根据麦克斯韦方程，那将产生电磁辐射”。[16]赫兹注意到，每当感应线圈产生出火花时，他也能用带火花隙的铜环在实验室的任意处检测到火花。通过小心调节铜环的直径以及调整次级线圈火花隙两端的铜球，赫兹能够观察到，他的装置产生了在空中传播并被铜环检测到的电磁波。[17]

1890 年，特斯拉重复了赫兹的实验，并且他极有可能是在美国第一个这样做的研究者。特斯拉不满于赫兹所用过的装置，并对实验设置进行了更改（图 6.2）。[18]其中明显的一步是用高频发电机取代了机械的电流断续器。与其用机械断续器产生每秒几百次的电流冲击，何不用交流发电机产生出每秒 10 000—20 000 次的冲击呢？特斯拉很快发现，随着频率增加，所产生的热也跟着增加，并融化了感应线圈中初级线圈与次级线圈之间的石蜡或古塔胶绝缘层。为解决这个问题，特斯拉采取了两个变化。首先，他去掉了绝缘层，取而代之的是在感应线圈的初级线圈与次级线圈之间增加气隙。其次，为解决感应线圈铁芯过热问题，在他重新设计的版本中，铁芯能移进和移出初级线圈。特斯拉发现，他也能通过移动铁芯来调节初级线圈的电感。[19]

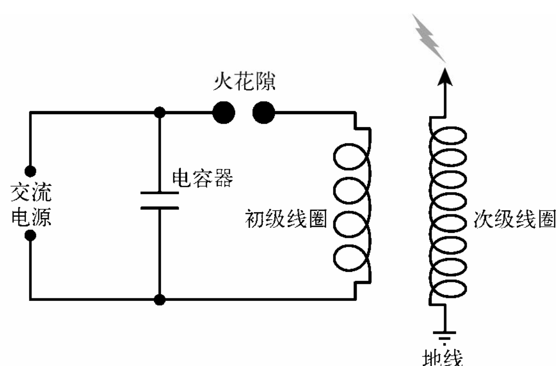


图 6.2　特斯拉线圈示意图

在常与感应线圈一起使用的电容器上，特斯拉也遇到了问题。为了增加次级线圈所产生的火花强度，研究者们［阿曼德·伊波利特·斐索（Armand Hippolyte Fizeau）1853 年首次开始这么做］通常会在次级线圈火花隙的并联电路中放置一个莱顿瓶或电容器。在高频发电机产生的快速交替电流的作用下，特斯拉发现电容器经常会反作用于次级线圈的自感，并烧毁线圈。为应对这一问题，特斯拉把他装置中的电容器移到了发电机和初级线圈之间。他还把电容器做成是可调的。[20] 这种处置电容器和线圈的方法对特斯拉来说是非常自然而然的；在开发分相电动机时，他就用了感应线圈、电阻器和电容器的组合来分路电流，并把输入电流变成了几个异相电流。[21]

特斯拉现在意识到，通过小心调节电容器和感应线圈，就有可能把频率提高到更高的水平。电气科学家们最初认为，当电容器放电时，电只是从一个电极流到另一个电极，就像水流出水库。然而，1856 年英国物理学家威廉·汤姆森爵士（后来的开尔文男爵）从数学上证明了电容器放电其实是一种振荡。[22]就像一个垂直受压的弹簧在松开时会上下弹动一样，电容器的电荷也在电极之间来回振荡直到储存的能量耗尽，并同时以高频电流的形式流经电路。[23]

为能充分利用电容器放电的振荡特征，特斯拉接下来小心地调节了感应线圈。正如电容器可被视为荷重弹簧在电气方面的对等物，感应线圈也可被看作钟摆在电气方面的对等物。当交流电流经初级线圈时，次级线圈中感应出的电流就会在最大值和最小值之间振荡，这很像是机械钟摆的来回摆动。特斯拉现在意识到，

如果能匹配每一次静电放电或“推力”（thrust），使之与感应电流的最大值同时发生，就能提高感应线圈所产生的电流的电压。正如当机械钟摆摆到一头时，轻轻推它一下就能让它摆得更久，特斯拉调节了电容器和感应线圈使得每一次静电“推力”刚好在感应线圈中的电流达到最大值时发生。在这一过程中，特斯拉利用了共振原理，即电路的一部分能增强另一部分，并进而提高输出。通过调节电容器和感应线圈以产生共振，特斯拉很快就能产生出每秒变化高达 30 000 次的电流。[24]特斯拉惊喜于共振能产生如此强大的效果，便开始积极寻找其他可以利用共振的领域。共振很快成了指导他潜心研究高频现象的新理念。

通过结合对电容器放电中振荡性质的理解以及共振原理，特斯拉现在做出了一个发明，其所产生电流的电压和频率均高于其他机器所能达到的。这项发明被特斯拉称为振荡变压器，不过在被其他研究者广泛使用后，它也就被称为特斯拉线圈。振荡变压器是特斯拉后续无线电力工作的重要基础，并且他认为这是他最伟大的发现之一。正如他后来回忆的：“当 1900 年我获得了一百英尺［约 30 米］的强烈放电并使电流流经大地时，我想起了在格兰德街实验室观察到的第一个小火花，并感受到了类似于发现旋转磁场时的那种兴奋。”[25]

在合并使用高频发电机和振荡变压器的过程中，特斯拉很快了解了高频电流的生理效应。在一次早期实验中，他不小心碰到了振荡变压器的终端，高频电流穿过了他的身体。令他非常吃惊的是，他没有受伤。特斯拉认识到，线圈自感以及高频的后果是，次级线圈中产生的电流的电压很高然而安培数很小。而且，正如我们今天所知，无线电频率范围内的电流是沿人体表面流动，在短期的暴露中不会损害神经与内脏。基于自身的经验，特斯拉于 1891 年 2 月得出结论说：“频率越高，可穿过身体而不会造成严重不适的电能量就可以越多。”[26]这个结论带出了潜在的安全效益：避免被高压交流电伤害的一个方法是提高已有电气分配系统中的频率。[27]特斯拉的对手伊莱休·汤姆孙长期以来关注交流电安全问题，他也进一步调查了高频电流的生理效应。[28]与此同时，特斯拉在其公众演示中利用了这种趋肤效应。正是由于趋肤效应，他才能抓住高频装置的一端，并承受数以万伏特的电压穿过身体，传输足够的能量来绚丽地点亮他拿在手中的灯泡或灯管。

赫兹波还是静电推力？

特斯拉发明了振荡变压器，而他现在所面对的问题是如何利用这个新设备。显然它指定能用于探索赫兹发现的波，不过他应当如何把握研究的方向呢？我们现在知道赫兹波能用于无线电通信，然而这种应用对于特斯拉或其他早期研究者来说不是那么显而易见。对于任何新现象，研究者们可能会有不同的利用途径，而途径的选择反映了研究者的知识和兴趣。[29]

一条途径是专注于赫兹之发现的理论意义。在英国，若干物理学家和工程师，包括奥利弗·洛奇（Oliver Lodge）、奥利弗·亥维赛（Oliver Heaviside）和乔治·弗朗西斯·菲茨杰拉德（George Francis FitzGerald），研究了赫兹的实验并进行了必要的数学分析以贯通赫兹的实验结果与麦克斯韦的理论。这个群体自称麦克斯韦学派，主要关注于推动电磁理论的发展。[30]由于麦克斯韦强调过，可见光与这种新的波是同一种东西（只是波长不同），因此麦克斯韦学派最初进行了光学实验以检视这种新波的行为是否像光。例如，他们尝试用源自不同材料（玻璃和沥青）的镜头来以光波的方式聚焦这种新波。当麦克斯韦学派的约翰·佩里（John Perry）在 1890 年提出把赫兹波用于通信的可能性时，该学派认为任何使用这种新波的通信系统将会更像一个闪光灯标系统而不像电报系统那样运行。事实上，正如洪性旭（音译）所指出的，麦克斯韦学派对 19 世纪 90 年代早期已有的电报实践没有兴趣，因而没有准备好把赫兹的发现转化为无线电报。[31]

特斯拉通过阅读电气期刊追踪了赫兹和麦克斯韦学派的工作，然而他既无意愿也无专业知识参与麦克斯韦学派复杂的数学讨论。（就连赫兹本人也很难跟上这些数学讨论，以至于亥维赛在 1889 年评论说："我看赫兹不能算是麦克斯韦学派，尽管他正学着融入进来。"[32]）相反，特斯拉基于赫兹的发现而前进的途径有两个特征：首先，他决定更少地关注电磁波而更多地关注他的仪器所产生的静电效应；其次，作为一个雄心勃勃的发明家，特斯拉试图将这种科学发现转化为有前途的新技术。

当研究者开始研究新现象时，他们通常会从运用已有的实验方法开始，然后

随着对现象的熟悉而开发出新技术。因此，就像麦克斯韦学派是以进行光学实验开始的，特斯拉的入手点是通过重现用鲁姆科夫线圈进行的常规演示来研究新的振荡变压器。之前的研究者曾采用鲁姆科夫线圈来研究火花，以及电荷的效应（或所谓的静电效应）。

用鲁姆科夫线圈进行的一个常见演示是，用电火花来使气体白炽化。为进行这个实验，研究者们采用了特别的玻璃管，其中大部分空气已被抽走。这种管子被称为盖斯勒管，它有两个铂电极，而当它连接到鲁姆科夫线圈时，高电压致使管中气体电离并发出冷光。[33]在振荡变压器实验中，特斯拉把线圈连接到盖斯勒管，并发现管子两端发光强烈而中间相对较暗。英国化学家威廉・克鲁克斯爵士之前曾研究过这些暗区。[34]

在使用盖斯勒管时，特斯拉作出了一个重大发现。当他把振荡变压器的两端连到两个球体时，火花从两球的间隙最窄处跳起，进而沿球面爬升，并刚好在球的顶部熄灭，然后又从间隙最窄处重新开始。现代实验者们把这个演示叫作“雅各之梯”，常见于怪物与科幻电影中疯狂科学家所用的仪器里。然而，特斯拉发现，令人惊奇的是，每当线圈产生的火花熄灭，也就是在两球之间爬升结束时，放置在附近的盖斯勒管就会被点亮然后熄灭。他还注意到，当盖斯勒管与感应线圈的终端垂直时，它不会被点亮；要想被点亮的话，管需要与终端以及火花平行。这向特斯拉表明，盖斯勒管是由于火花所产生的电场被点亮，而不是由于电磁波；如果电磁波能导致盖斯勒管发光，那么他可以反推出，管的位置应当不重要。特斯拉还用没有电极的真空管重复了实验，并惊奇地发现，它们也能被点亮。[35]

这些观测让特斯拉相信赫兹和麦克斯韦学派是误入歧途了。在特斯拉看来，当鲁姆科夫线圈累积了大量电荷并产生电磁波时，这个装置中的大多数能量会被静电效应而不是电磁波带走。在他看来，电荷的累积在线圈周围的空间中生成了一个电场，而当火花熄灭时，这个场中的电压骤然上升，并导致盖斯勒管发光。特斯拉相信，是静电“推力”，而不是赫兹波让管子发光。

在 1891 年 5 月关于高频现象的演讲中（参见下一章），特斯拉明确表示不同意赫兹和洛奇。“许多人满怀热情和激情去探索，不过在这个过程中，有些人走错

了路，”他写道，“他们一开始就怀着制造电磁波的想法，因而可能把注意力过多地偏向于电磁效应的研究上了，而忽略了静电现象的研究……之前人们认为——而我相信这是没有依据的——在这些情况下，大部分能量辐射到了空中。但根据我上面描述的实验，现在人们将不再这样想。我想这样说是靠得住的，也就是……直接辐射的能量其实是非常少的。”[36]

鉴于现在我们接受麦克斯韦的电磁波阐释是真理（所有的物理和电气工程教科书都这么说），那么特斯拉选择挑战这个阐释，可能看起来很可笑。然而，我们应当记住几点。首先，特斯拉遵循了科学中一个广为接受的原理：当旧理论看来还能解释大多数事件时，不要提出新理论。其次，麦克斯韦学派所推崇的阐释的主要威力在于，他们能以数学表示电磁现象，并进而用数学来预测新现象。但特斯拉对这些数学活动不感兴趣，而且更重要的是，他没有被他们说服。他所看重的是他能在实验室中生成和观测的现象。

事实上，在观测到振荡变压器如何使盖斯勒管发光之后，特斯拉的下一步是把这一现象转化为一个令人振奋的演示。在一次通宵工作中，他打发伙计们凌晨三点出去吃宵夜。当他们回来时，他们发现他站在实验室的中央，两手各拿一根长玻璃管，而且并没有连接到高频线圈。“如果我的理论是正确的，”特斯拉对他们说，“那么当打开开关时，这些管子就会变成火之剑。”他接着吩咐调暗房间，打开开关，突然之间，玻璃管灿烂地亮了起来。

“趁着狂喜的当头，”特斯拉回忆说，“我在脑袋周围抡圈舞动着光管。伙计们吓坏了，当时的场景对他们来说既新奇又精彩。他们不知道我的无线电灯理论，并一度认为我是被魔术师或催眠师附体。”通过这个实验，特斯拉知道无线照明已成为现实，而他也有了一个能抓住观众想象力以及吸引新投资者的演示。[37]

第七章
真正的魔法师
（1891）

特斯拉一举成名，跻身于爱迪生、布拉什、伊莱休·汤姆孙以及亚历山大·格雷厄姆·贝尔之列。回望四五年前，这位来自奥匈帝国暗淡的边境山区的小伙子，在巴黎奋斗了一段时间之后登陆美国，那时他无籍籍名，一无所有，而今他的天才、训练与勇气终有所成。

——约瑟夫·韦茨勒，《哈珀周刊》，1891年7月

失去合约，失去伙伴

在1890—1891年之交的冬天，特斯拉很有可能是在考虑如何获得公众对其发明的兴趣与财务支持，因为他的主要赞助人西屋公司正陷入财务困境。借助公司创新性的交流电产品线，西屋的年销售额从1887年的80万美元迅猛增长至1890年的470万美元。[1]然而随着销售的蓬勃发展，西屋也不得不扩充工程人员以及扩大工厂。同时，西屋也在收购小公司以及进行激烈的专利诉讼方面加入了爱迪生通用电气与汤姆孙–豪斯顿的行列。尽管威斯汀豪斯本人又投资了120万美元以部分支持公司的扩张，但公司还是需要大举借贷。到1890年中期，公司负有额外300万美元的短期债务，那时其总资产约为1100万美元，而流动资产约为250万美元。

灾难发生于 1890 年 11 月，那时伦敦主要的经纪公司巴林兄弟的破产引发了金融恐慌，促使西屋的债权人急于收回贷款。西屋公司被迫进入破产管理程序，而乔治・威斯汀豪斯在接下来的两年里都在挣扎着挽救公司。在得不到匹兹堡银行家的支持之后，威斯汀豪斯转向了华尔街的银行家奥古斯特・贝尔蒙特（August Belmont），贝尔蒙特组织了一个由强势投资者构成的委员会来重组公司。[2]

按照特斯拉 20 世纪 40 年代的传记作家约翰・奥尼尔的说法，支持财务重组的投资者们坚称，如果威斯汀豪斯想保留公司的控制权，那么他必须终止与特斯拉的合约，即停止对每台安装的电动机支付每马力 2.5 美元的专利使用费。奥尼尔称，投资者们坚持要求终止合约，是为了避免向特斯拉支付数百万美元的专利使用费，而这笔钱本来可以支持他很多的后续研究。[3]

然而，从 1891 年初的情况来看，特斯拉的专利使用费不太可能成为重组公司面临的主要成本。基于 1888 年与特斯拉、佩克和布朗合约的条款，西屋到 1891 年可能已支付了 105 000 美元，其中特斯拉收到了大约 47 000 美元。由于当时只有少量交流电系统能采用特斯拉的电动机，所以西屋只销售了很少的电动机，因而在 1891 年之前可能并没有支付大量专利使用费。此外，鉴于西屋的工程师们还没有解决特斯拉电动机设计的技术难题（参见第十章），威斯汀豪斯和银行家们都没有理由担心特斯拉的专利使用费会数以百万计。[4]特斯拉电动机在 19 世纪 90 年代末确实被证明为商业上的成功，但在 1891 年初还没有办法预见到这一点。

相反，投资者们坚持让威斯汀豪斯终止与特斯拉的合约，更有可能是因为他们觉得威斯汀豪斯在开发新技术上花费了太多的金钱和精力。一位匹兹堡银行家便抱怨道：“威斯汀豪斯先生在实验上浪费了那么多，并且在他期望的业务方式和专利权上花钱太随意，如果我们对于他的增资要求听之任之的话，那么我们就要承担相当大的风险。我们至少应当知道他在用我们的钱做什么。”[5]同时，贝尔蒙特组织的投资委员会想要在重组西屋公司的事务中享有更多的话语权。银行家们视威斯汀豪斯为一个“聪明而又多产的技工”，然而为人不够老练，对于大额金融交易也欠缺理解，因此他们试图限制他的权力。[6]这样的话，终止与特斯拉合约的要求可能更多的是出于银行家们控制西屋的愿望，而较少出于对特斯拉专利使

用费将达数以百万计的恐惧。

然后，威斯汀豪斯极不情愿地找到特斯拉，请求他放弃合约以助其保留对公司的控制权。根据奥尼尔的描述，特斯拉大方地撕毁了合约，以示对威斯汀豪斯的忠诚。[7]还有一点，特斯拉很可能就其专利由谁来控制而思考了自己的未来。如果特斯拉保留合约，那么他将与投资者们而不是与威斯汀豪斯谈判，而他们很可能不太倾向于花钱开发或推介他的发明。奥尼尔认为特斯拉更喜欢在非正式的基础上与威斯汀豪斯继续合作，并相信匹兹堡的巨头将继续以某种方式支持他。（参见第十章中的例子。）对特斯拉来说，个人间的忠诚比法定合约更靠得住。[8]

差不多在他撕毁与西屋合约的同时，特斯拉在个人方面也面临了一个同样大的打击。与特斯拉一起工作了九年之后，西盖蒂于 1890 年某时离开了，他要去开发他自己心目中的伟大发明：一个新的船只驾驶用罗盘。当西盖蒂五六个月之后回来时，特斯拉告诉他这种罗盘已经被威廉・汤姆森爵士开发出来了，这促使他于 1891 年第二次离开。特斯拉认为西盖蒂这第二次是向南去了，可能是去南美追寻另一个发明计划。西盖蒂的离开让特斯拉很受伤，他在 20 年后证实说："我是多么地想看到他，因为我太想他了。"[9]在西盖蒂身上，我们看到了特斯拉被男人所吸引，并试图与他们建立亲密的友谊；我们将在第十二章进一步探索特斯拉生活的这一方面。

新电灯问世

西盖蒂离开以及撕毁西屋合约告一段落之后，特斯拉开始更加努力地工作以进一步开发与宣传他在高频现象这个新领域的研究。特斯拉再也不能指望来自西屋的专利使用费收入，现在必须要在他的新发明中找出兴趣点以吸引投资者。遵循从佩克那里学来的"专利–推介–出售"商业策略，特斯拉提交了专利申请，在电气期刊发表了几篇文章，并于 1891 年上半年进行了第二个重要的演讲。

当使用振荡变压器进行实验时，特斯拉应用了他的静电"推力"发现来开发新形式的电气照明。静电推力能以某种方式通过空间传输电力，那么他能如何利用这种推力来创建新发明呢？我们已经知道马可尼以赫兹的发现为基础发明了无

线电报，乍一看，特斯拉选择专注于照明而不是通信，似乎令人费解。然而这一选择在几个层面上说得通。多年来，科学家们一直着迷于盖斯勒管如何把电转化为光而不产生热。在电气照明发明之前，人工照明（蜡烛、油灯或气灯）都会产生火焰和热；但盖斯勒管是如何避免发热的呢？同时，麦克斯韦在其理论中强调，光与电是相关的；那为什么不沿着这个想法去寻找把电直接转化为光的方法呢？

特斯拉在这个方向上的第一步是跟进了这个实验：一条细的绝缘导线当被连接到振荡变压器的一端时，会扭动并发出灿烂的光。在特斯拉看来，这种快速运动和导线上的光流是静电推力致使导线中分子强烈振动的结果。为了更好地把握这种强烈的运动，特斯拉在抽空的灯泡里放置了一条细的铂导线，他发现导线会旋转，并因而发出锥形光。

特斯拉知道铂导线变得白炽化不是因为该金属本身阻抗高，而是因为他用的导线很细。然而，特斯拉猜测用高阻抗材料能得到更好的结果，因此他做了爱迪生 1879 年开发白炽灯时所做的，即用碳取代铂导线。特斯拉没有用碳灯丝（一如爱迪生灯泡中的做法），而是把碳做成小球形按扣，并扣在导线的一头；当被连接到振荡变压器的一端时，高频高压电流使按扣白炽化，并发出明亮的光。[10]为能聚焦白炽按扣发出的光，特斯拉在灯泡外加了一个金属反射器。由于这个灯只需一根导线连接到电源（通常白炽灯需要两根导线），因此特斯拉马上想到了该碳按扣灯能把电气照明的布线需求减半，因而具有商业潜力，并进而为这个灯的几个变种申请了专利。[11]

哥伦比亚学院的演讲

到了 1891 年春，特斯拉意识到他所有的新设备（高频交流发电机、振荡变压器以及新电灯）构成了一个技术平台，他可以从中得出一系列大胆的断言：赫兹与麦克斯韦学派对电磁波的关注太过了，高频交流电可以很容易地转化为光，以及他和他的新电灯即将革新整个电气行业。

特斯拉在 1891 年 2 月的《电气工程师》中报告了他最初的发现，并马上受到

了伊莱休・汤姆孙的书面质疑。汤姆孙也在研究高频电流，不过他实验中的频率低于 10 000 赫兹，因此并不总能观察到特斯拉所观察到的效应。两人寸步不让，并于 1891 年三四月间在电气期刊上发表了一系列文章进行笔战。[12]

与汤姆孙的这场争论一定启发了特斯拉，如果他想把自己树立为研究高频现象的顶尖专家，那么他必须采取一个令人瞩目的举动。可能是因为汤姆孙曾在 1890 年春季美国电气工程师学会（AIEE）的会议上进行过关于交流电现象的演讲，所以特斯拉决定再次在该学会进行演讲。正如他在三年前是以向这个群体展示的方式推出了旋转磁场电动机，现在特斯拉同样要以在这个学会进行演讲的方式来推出他的高频交流电想法。他之所以能被排上 1891 年春季会议的议程，十有八九是因为威廉・安东尼时任该学会的主席，而特斯拉的老熟人 T. C.马丁时任该学会论文与会议委员会的主任委员。[13]

特斯拉再次采用了 1888 年的做法，即通过在演讲之前申请专利来确保其发明得到保护。在四月末和五月初，他为高频白炽照明提交了两个美国专利申请，并且于演讲的前一天，在英国、法国、德国和比利时提交了专利保护申请。[14]

特斯拉于 1891 年 5 月 20 日晚在纽约哥伦比亚学院法学院院长西奥多・W. 德怀特（Theodore W. Dwight）的授课室里进行了演讲。尽管矿业学院于 1889 年成立了电气工程系，然而该系缺乏自己的教室，不过两位电气工程教授弗朗西斯・B. 克罗克（Francis B. Crocker）和迈克尔・普平（Michael Pupin）可能是很想通过主办特斯拉的演讲来吸引人们对这个新系的注意力。为产生电力，特斯拉把高频交流发电机安装于学院的电气车间（一座朴实的砖建筑，昵称“牛棚”），并用一台电动机向这个发电机提供动力；特斯拉在讲台上用一个开关来调节电动机的速度，从而控制交流发电机产生的频率（图 7.1）。[15]

面对这一大群热切的听众，特斯拉操着一口“纯正而又紧张的英语”开始评论说，现代科学通过认识到以太是看不见的波传输的介质而取得了快速进展，但是电的确切本质仍属未知。特斯拉提出，静电现象可被看作是被挤压的以太，而动电或电流应当说是“运动中的以太现象”。说到赫兹和洛奇的工作，特斯拉告诉听众，盖斯勒管的发光效应不是由电磁波而是由静电“推力”所致的。[16]

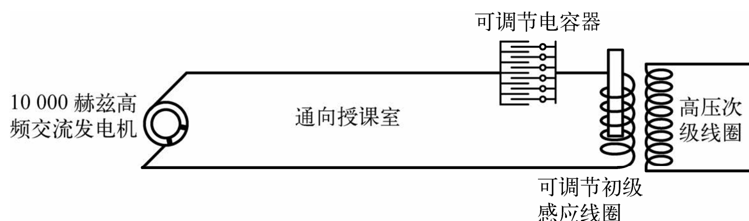


图 7.1　特斯拉 1891 年在哥伦比亚学院演讲时用的电路。右边的电容器、电阻器和变压器构成了振荡变压器，或者叫特斯拉线圈

依据以下资料重绘：NT, “The True Wireless,” *Electrical Experimenter*, May 1919, 28–30 ff., on p. 29.

为了支持这些说法，特斯拉提供了一系列的演示。随着他提高了发送到振荡变压器的频率，弧光灯开始“唱”出高音。然后特斯拉演示了他的线圈如何生成各种光流、火花及电火焰。接下来他又展示了如何利用高频电流来点亮盖斯勒管和他的新电灯。[17]《电气评论》的报道说：“在这里，特斯拉先生似乎扮成了一个真正的魔法师。不管灯是躺在桌子上，还是一端连接到线圈的一极，或者是演讲者两手各持一只灯泡并分别举向线圈的一极，看起来效果都几无差别，……在每一种情况下都不例外，灯丝都进入白炽化状态，而观众们也都兴高采烈。”[18]

为帮助观众们感受高频交流电在电气照明方面的巨大潜力，特斯拉做了一个惊人的演示（图 7.2）。两块巨大的锌板从天花板上垂下，彼此间隔约 4.5 米，并且连接到振荡变压器。随着会场的灯光调暗，特斯拉双手各持一只长的充气管走进两块锌板之间。当他挥舞着细长的管子时，管子亮了，从两块锌板之间的静电场中吸收着能量。按照特斯拉的解释，现在高频电流使得无线电气照明成为可能，电灯可以在房间里自由移动而没有导线的束缚。[19]

这个演示引起了轰动，所有发表的关于特斯拉哥伦比亚学院演讲的文章都对此着以重墨。约瑟夫・韦茨勒被无热无焰照明的想法深深地吸引了，并在《哈珀周刊》上预言，特斯拉的电灯将“把童话世界带到我们家中”。特斯拉后来回忆说：“那时人们很难理解这些奇怪的现象意味着什么。当我的管子首次公开展示时，它们被看作是不可言喻的奇事异物。”[20]

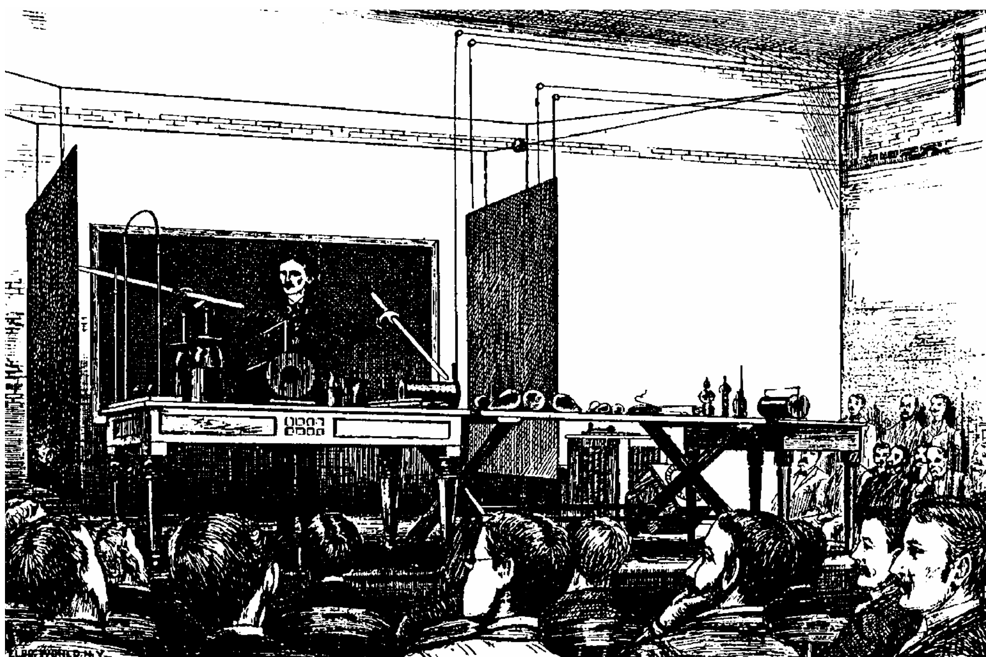


图 7.2　特斯拉 1891 年 5 月在美国电气工程师学会面前演示无线电灯

图片来源：“Experiments with Alternate Currents of Very High Frequency and Their Application to Methods of Artificial Illumination,” *Electrical World*, 11 July 1891, pp. 18–19 (TC 3:86–87).

为免除观众对高频电流安全性的担心，特斯拉在无线照明演示之后紧跟着做了一个生理实验。特斯拉把铜球举向振荡变压器的一端，并且调节了线圈的电势使线圈的另一端产生出光流。估计两端之间的电势差为 250 000 伏特，然后特斯拉把另一个铜球拿到线圈的另一端并让全部电流穿过自己。多亏了集肤效应，电流保持在身体表面，因而他安然无恙。[21]特斯拉在总结这个已持续了三个小时的演讲时说，他在实验室里还做了更多有趣的实验，然而很遗憾由于时间用完了而不能向大家一一展示。一贯善于表现的特斯拉深知通过透露还有更多手绝活来吊起观众好奇心的重要性。

跟 1888 年的演讲一样，特斯拉在哥伦比亚学院的演讲获得了巨大成功。《电气评论》指出：“所有参加了特斯拉先生周三晚上精彩演讲的人们，都会永远记得他们生命中的这次科学盛宴。”[22]技术媒体和纽约的报纸都报道了这个演讲。演讲的文字稿完成于演讲后几周内，并被广泛转载，还被摘录于《文学文摘》。[23]

在很大程度上来说，媒体不只是因为这个轰动的演示，还是因为特斯拉无线电灯的商业潜力而感到振奋。他的高频实验似乎展示了交流电是“电气技师心目中的黄金国”，在那里有可能有效地生成光而没有因热或火焰造成的损耗。[24]“读过特斯拉先生那划时代的论文，你将不得不为其所展示出的清晰的观点和独创的思想所折服，”《电报期刊与电气评论》写道，“在找到一种方式，把能量转化为任何我们希望的形式而没有如今那种不可避免的巨量损耗上，看来我们最终取得了相当的进展。而这在很大程度上要归功于特斯拉先生，因为他帮我们朝这一伟大的终极目标迈出了一大步。”[25]《电气工程师》对特斯拉把理论付诸实践的能力非常有信心，附和道：“现在方法已经被清楚指明，而对于这样一个系统的普遍应用所必需的实用细节，我们相信相对来说用不了多久就能被做出来并向公众展示。”[26]

尽管媒体纷纷折服于特斯拉的创造性成就，但并不是电气界的每个人都被特斯拉打动媒体的方式所吸引。特别是，英国杂志《工业》便质疑说：“然而，我们认为，读过特斯拉先生诸多文章的读者必定会费解于其中比比皆是的含糊其辞和惯用说法。我们有一个并不过分的请求，那就是在美国谋得显赫地位的电气技师特斯拉先生去除那些有损其声望的段落，以便让我们大家能更加仰慕他。如果特斯拉先生能把对于光的电磁说以及对于赫兹和洛奇先生的捕风捉影的想法排除出去，那么我们确信他能把他那有趣的实验讲得更清楚。”[27]

然而，哥伦比亚学院的演讲把特斯拉牢牢地确立为美国顶尖的电气发明家之一，而这一切距离他当初登陆纽约不过短短几年。韦茨勒盛赞道，特斯拉“一举成名，跻身于爱迪生、布拉什、伊莱休·汤姆孙以及亚历山大·格雷厄姆·贝尔之列。回望四五年前，这位来自奥匈帝国暗淡的边境山区的小伙子，在巴黎奋斗了一段时间之后登陆美国，那时他无籍籍名，一无所有，而今他的天才、训练与勇气终有所成”。[28]

昔日贫苦移民，今朝小有所成，特斯拉决定是时候成为美国公民了。1891 年 7 月，他在纽约民事诉讼法院提交了入籍申请。他的前国籍填的是“奥地利”，而职业填的是“土木工程师”，反映出他在格拉茨所学的专业。[29]离开奥地利的学生时代之后，特斯拉一路走来，已经走过了这么远。

把大地纳入电路中

特斯拉很享受于哥伦比亚学院演讲之后所带来的知名度。尽管如此，他还是决定继续把想法落实于实用的发明中。他特别热衷于跟进那个充气管置于两个充电板之间而发光的演示。“那是一个举世为之一振的实验，”特斯拉回忆说，“但对我来说，它首次证明了我能在空中把能量传输一段距离，并且是对我想象力的一个巨大的鼓舞。”[30]

1891 年夏季和秋季，特斯拉开始增大其演示装置的尺寸。在演讲台上他曾用高频交流发电机和振荡变压器在间隔约 4.5 米的两块金属板之间传输能量，但无线能量传输究竟能传多远呢？为了找出答案，特斯拉用一个大的金属罐取代了其中一块金属板，并将金属罐置于格兰德街实验室的屋顶（图 7.3）。取代第二块金属板的则是建筑的水管系统，特斯拉把其装置连接到水管系统以接地。特斯拉这种配置系统的方式，可能是受到了由塔夫茨学院的阿莫斯·E. 多比尔（Amos E. Dolbear）于 1886 年所获得的专利电路的影响；通过把感应线圈的一端连接到一个大的电容器而把另一端接地，多比尔发现可以把电话信号从学院的实验室传到自己在附近的家中。[31]多比尔所用的把电路接地的技术已经是电报和电话中常用的做法。基于卡尔·奥古斯特·冯·施泰因海尔（Carl August von Steinheil）1838 年的

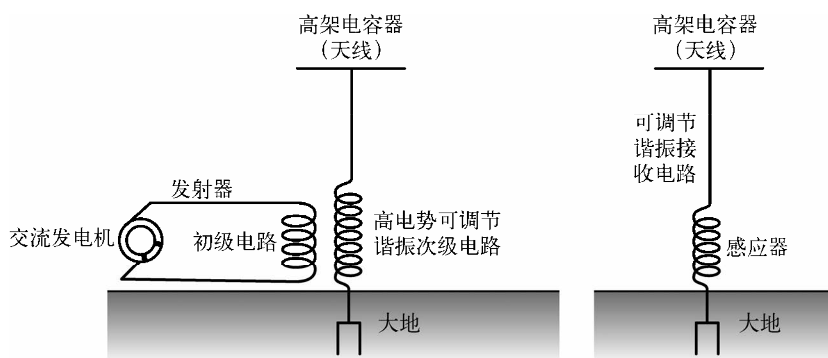


图 7.3　特斯拉的发射器和接收器接地示意图

特斯拉在 1916 年的证词中称，他早在 1891 年就采用过这种装置。特斯拉用了一个大的金属罐来做发射器的高架电容器（天线）。

依据以下资料重绘：NT, “The True Wireless,” *Electrical Experimenter*, May 1919, 28–30 ff., on p. 29.

首次发现，电气技师们探索出了这样一种可能性，即在发射器与接收器之间只拉一根导线，再把收发两个设备都接到埋在地下的金属板上来运作电报电路——由于电流能通过大地流动，因此这形成了一个完整的电路。[32]特斯拉把金属罐和大地连接到高频装置的两端，其想法是："我将打破周边大地的电平衡，而电平衡一旦被打破，就有办法被用于运作某些仪器。"[33]

特斯拉就像曾经做过的那样小心地调节振荡变压器的各部件以提升输出的电压和频率（参见第六章），但这次他发现高架金属罐（电容器）没能提供足以匹配发电机频率的电容量。为了补救这种情况，他引入了可调节感应线圈。[34]然而，此时他还没有想到要调节发射器与接收器中的感应线圈，使它们共振于同样的频率以达到调谐（参见第十章）。相反，特斯拉调节了感应线圈和电容器以在大地中产生最大的电流，从而有可能点亮尽可能多的无线电灯。

在接收端，特斯拉尝试了各种各样的灯。跟我们在哥伦比亚学院的演讲中所看到的一样，一些灯不需要导线就能发光，这是由大地与金属罐之间形成的电场来供电的。特斯拉还把灯连接到金属板或地上，同样也取得了很好的结果。这些结果给了他希望，要是再加上恰当的灯设计，他就有可能开发出能与爱迪生白炽灯照明系统抗衡的无线照明系统。于是，特斯拉的玻璃吹制工忙碌了起来，以供应他实验所需的各种各样不同的灯——一些用灯丝而另一些用碳扣。[35]

但是作为交流电动机的发明者，他也有意于传输电能。朝着这一目的，特斯拉重新弄起了一个类似于他在特斯拉斯堡时实验过的电动机。在那个电动机中，一个铜盘被置于感应线圈的铁芯之间（参见图 3.4）。线圈由交流电供电，产生了一个变化的磁场并在铜盘中感应出涡电流；涡电流反抗磁场，导致铜盘旋转。[36]特斯拉发现，现在可能可以用连接到振荡变压器的一根导线另加一块金属悬板来为电动机供电。在这里，发射器侧的金属罐与电动机侧的金属板之间的电场使整个电路构成了完整的回路。特斯拉知道电动机需要连接到一个大的电容器，而人体能提供大电容，因而他可以移除金属板，而手持一根连接到电动机的导线就能让它运转。特斯拉很高兴能用一根导线运行电动机，并进而实验了"无线"电动机，这个电动机被连接到一块金属板以及大地。尽管特斯拉可以让电动机运转，

然而这种无线设置不能传送像单线连接那么多的能量。[37]

这些实验向特斯拉表明，他可以隔一段距离为电灯照明和电机传输电力，并且有可能移除电气照明、电报和电话系统中所有的铜导线。特斯拉激动于这种可能性，并试图向助手们传达这种愿景。特斯拉后来证实说："他们看到我在这个建筑中拉线，他们看到我持续运行这些机器。我向他们展示了奇妙的效果，并时时告诉他们我将通过无线来传输能量，比如说电话、电报以及远距离运行有轨电车和电灯，而这些只是达到终极目标的基本步骤。这些人能讲出多少……这个我不敢说；不过，可以肯定的是，我有足够的目击者看到我的工作，并且知道我一直在做什么。"[38]

1891 年的这些实验可能看起来疑似现代无线电，并可能会暗示是特斯拉在马可尼之前发明了无线电；事实上，那正是多年后特斯拉试图通过证词和出版物来发起的争论。[39]显然，特斯拉是认识到把发射器和接收器接地之重要性的第一个电磁波研究者，而马可尼到 1895 年才获得了这一基本洞见。[40]此外，特斯拉用电容器和感应线圈设计了新颖的电路，而马可尼和其他早期的无线电研究者们后续使用并修改了这些电路以完善无线电报。

一方面，特斯拉理解在利用电磁波时接地的重要性并设计了几个关键电路，但另一方面，我们也应当注意到，甚至就在这个早期阶段，他已经作出了选择，使他偏离了我们一般所认为的无线电。首先，也是最重要的是，特斯拉对于创建通信系统不是特别感兴趣。对他来说，最大的机会不是模仿电报系统，而是开发出能传送光和电力的下一代技术；我们将看到，是马可尼想到利用电磁波来创造一个无线版本的电报系统。其次，尽管特斯拉知道他产生出了向空中辐射的波，然而他对于流经大地的电流更加好奇，他沉迷于把大地纳入电路中。最后，虽然其电路的电容和电感都可调，不过我们看到，特斯拉已经选择了只专注于电感的调节。

因此，与其认为无线电的历史是朝向特定目标的一场竞赛，不如说一个新发现（例如电磁波的存在）并不必然会导向一种单一的新技术（例如无线电报）。相反，技术史（例如无线电的历史）的有趣之处在于，同样的发现能促使不同的研

究者追寻不同的路径。太多时候，我们过分专注于马可尼无线电报的商业成功，而忽略了其对手发明家们所追寻的多样性方法。在后续的章节中，我们将看到，特斯拉的个性、技能和洞见使他基于1891年的实验形塑出了与马可尼所追寻的无线电报截然不同的技术。正如诗人罗伯特·弗罗斯特所说的：

> 一片树林里分出两条路——
> 而我选择了人迹更少的一条，
> 从此决定了我一生的道路。

第八章

把表演带到欧洲去

（1891—1892）

在哥伦比亚学院演讲之后的几个月里，特斯拉试图不理睬公众的赞赏而是专注于高频实验中。特斯拉回忆说："当我的管子首次公开展示时，它们被看作是不可言喻的奇事异物。我从世界各地收到了热情的邀请和无数赞誉之辞，还被提供了其他馋人的诱惑，但我都拒绝了。"利用屋顶的铁罐和接地的电路，特斯拉正在接近获得前景可观的成果，因而不太想中断自己的工作。1892 年 1 月的《电气世界》注意到："在他熟练的手中，实验已远远超越了单纯的理论意义，而朝着重要实际应用的方向扩展……许多最初出现的实际困难已被克服，而且我们可能不久以后就能在商业运用中看到其成果。"[1]

然而，欧洲的发展形势很快就把特斯拉拽出了实验室，并使他重新回到演讲厅。几年以来，英国的电气期刊不时地提出费拉里斯是否开发出带旋转磁场的电动机的问题，而特斯拉继续坚称他在费拉里斯发表其成果几个月之前就已提交了专利（参见第五章）。与此同时，德国工程师 F. A. 哈塞尔万德（F. A. Haselwander）于 1887 年夏宣称他发明出了十马力的三相电动机。哈塞尔万德直到 1887 年 10 月 12 日才使他的电动机真正能用，而这已是在特斯拉用鞋油罐成功展示旋转磁场一个月以后。同样地，特斯拉于 1887 年 10 月立即提交了专利申请，而哈塞尔万德直到 1888 年 7 月才为其设计提交申请。[2]

但更令特斯拉烦扰的是 1891 年 8 月和 9 月发生在德国法兰克福电气技术展上

的事情。法兰克福市希望建立市政电力系统但又无法判断符合其需求的最佳系统，因此委托电气工程师奥斯卡·冯·米勒（Oskar von Miller）来组织一场展会以便专家们能了解该行业的技术发展现状。[3]希望能获得法兰克福合同的各主流电气制造公司都参与了展会，并且许多公司在展示中都强调了其交流电设备。

但是除了展会之外，冯·米勒还安排了一个关于多相交流电远距离输电潜力的公开演示。冯·米勒用了一个他设于内卡河畔劳芬一个水泥厂的水力发电站，并说服德国帝国邮政机关建立了一条 175 公里的高压线以从劳芬向法兰克福输送电力。在劳芬，发电机和变压器是由瑞士欧瑞康公司的查尔斯·E. L. 布朗（Charles E. L. Brown）设计的。在线路的法兰克福这一边，冯·米勒委托柏林德国电气公司的俄国首席工程师迈克尔·冯·多利沃-多布罗沃尔斯基（Michael von Dolivo-Dobrowolsky）来建造电动机。多利沃-多布罗沃尔斯基借鉴了自己 1890 年和 1891 年所提交的英国专利，采用了三相电流，不过减少了系统所需的导线数量。当特斯拉那个最有前途的三相系统还需要六根导线来连接发电机和电动机时，多利沃-多布罗沃尔斯基就采用了星形连接（也就是我们今天所说的 Y 形连接），即来自发电机和变压器的三根导线共用一个接地回路，从而减少了系统所需的导线数量。为把其想法区别于已有的单相和多相方案，多利沃-多布罗沃尔斯基称其系统为“三相电流”（drehstrom）系统，该词在德语中的意思是“旋转电流”。[4]持怀疑态度的工程师们预计劳芬–法兰克福系统只能输送出在劳芬产生的 50%的电力；而当系统以 75%的能效运作时，他们感到很惊讶。基于冯·米勒、布朗和多利沃-多布罗沃尔斯基细致的工程工作，劳芬–法兰克福线路首次全面展示了多相交流电的商业潜力。[5]

尽管劳芬–法兰克福线路证实了特斯拉最初关于多相电流价值的想法，但他还是不安地看到电气期刊中的那些报道把采用三相电流想法的荣誉归于布朗和多利沃-多布罗沃尔斯基。尽管布朗坦率地表示，“法兰克福所采用的三相电流要归功于特斯拉先生的工作，并且三相电流在其专利中也有清楚说明”，然而欧洲的专利情况还远未被理清。[6]在开发交流电动机的过程中，特斯拉在英国和德国等几个海外国家提交了专利申请，然而未曾对欧洲的电气制造商授予专利许可，也没有

对侵权者采取法律行动以保护其专利。[7]卡尔·赫林在报道法兰克福电气技术展时说："就谁是这个系统［即三相交流电］的发明者以及谁有权使用它而言，在这里给人的感觉不太好，但极有可能这个系统是源于美国然而在这里被当作了公共财产。"[8]

特斯拉担心自己不被认可为多相交流电的发明者，并急于巩固其专利在欧洲的地位，因此决定去欧洲演讲其高频研究并寻求海外利益。鉴于西屋不再支付专利使用费，特斯拉也需要通过授权欧洲电气公司制造电动机以获得收入。英国电气工程师学会（IEE）的主席威廉·克鲁克斯爵士邀请他到伦敦去演讲，而且他还收到了去巴黎向法国物理学会和国际电气技师学会演讲的邀请。[9]

巴黎演讲之后，特斯拉打算探望一下克罗地亚和塞尔维亚的家人。他尤其渴望看到他的母亲。正如他在自传中回忆的，他非常想念她，但又很难放下实验回家看她。然而现在，"再次见到她的强烈愿望逐渐占据了我。这种感觉越来越强烈，以至于我决定放下所有的工作并满足自己的渴望"。[10]

特斯拉于 1892 年 1 月 16 日从纽约搭乘"翁布里亚号"客轮并于十天后到达英国。在伦敦，威廉·普利斯爵士（Sir William Preece），一位杰出的电气技师同时也是英国邮政局电报部门的负责人，邀请特斯拉住在他家里。[11]特斯拉打算"大大改变科学家和工程师对于旋转电流电动机应用以及对于这个最有趣的发现应得荣誉的态度"，马上与伦敦《电气工程师》的记者进行了会谈。在其到达三天之后，该期刊对特斯拉进行了报道，详细描绘了他的交流电动机研究是如何领先于费拉里斯、哈塞尔万德以及多利沃-多布罗沃尔斯基的工作的。[12]

为了给特斯拉的伦敦演讲作铺垫，克鲁克斯在《双周评论》上发表了一篇对于电的大胆预测的文章。除了讨论电可以提高收成、杀死寄生虫、净化污水以及控制天气，克鲁克斯还向一般读者介绍了赫兹、洛奇和特斯拉在电磁波方面所作出的最新发现。就像其他的英国电气科学家一样，克鲁克斯把赫兹波比作光，并认为能用透镜操作之。同时，他预测了这些波可能可以用于通信：

> 光线不能穿过墙，而且我们实在太清楚了，它也不能穿过伦敦的雾。

> 但是我刚刚提到的波长一码或更长的电振动，却能很容易地穿过这些介质，这些介质对它们来说是透明的。然后，我要揭示一种令人惊叹的可能性，即没有导线、接线柱、电缆或任何现有昂贵设备的电报。要是几个合理的假设都做到了的话，那么整件事情就是在可实现的领域当中。目前的实验已能产生出从几英尺起到任意期望波长的电波，并能持续保持这种波向空中各个方向辐射……实验者也能用一个适当构建的仪器隔一段距离接收到一些（如果不是全部的话）这种辐射，而通过一系列信号，摩尔斯码中的消息就能从一个操作者传到另一个。

克鲁克斯接着尤为详细地谈到了特斯拉运用高频交流电而无须导线就能为灯泡供电的实验，并预言这些明亮的无线电灯可能很快就能用于家庭照明。[13]

伦敦演讲

有了这样的铺垫，特斯拉于 1892 年 2 月 3 日面向电气工程师学会做了演讲。预计到观众会很多，该学会决定不在惯常的可容纳四百人的土木工程师学会（ICE），而是在可容纳八百人的皇家学院（RI）举办演讲。皇家学院管理人员要求的回报是，特斯拉次日晚上为其成员再做一次这个演讲。[14]

起初特斯拉不愿意再做一次演讲，只是在皇家学院的富勒化学教授詹姆斯·迪尤尔（James Dewar）的劝说下他才同意这样做。特斯拉回忆道：“我是一个决心坚决的人，然而在这个伟大苏格兰人的力争下却轻易地屈服了。他把我推坐进一把椅子里，并倒出半杯奇妙的棕色液体，它闪耀着七彩的虹光而味道就像花蜜。他说：‘你现在坐在法拉第坐过的椅子里，并正品尝着他爱喝的威士忌。’”[15]高帽一戴，特斯拉就同意了第二次的演讲。

19 世纪 30 年代，法拉第曾在这个舞台上介绍了电磁感应的基本原理，因此特斯拉在此演讲一点都不掉价。[16]在此演讲是激动人心的，但也如履薄冰。皇家学院演讲的听众是一个博学的群体，而且在这里举办的聚会既是一个科学场合，也是一个社交场合。人们身穿晚礼服，很多女士也会经常参加。演讲厅是一个圆形

剧场，舞台前是阶梯座位。在这里传统的演讲一般只会持续一小时，而且没有冗长的介绍或致谢部分。[17]

全场座无虚席，前排是英国主流的电气工程师和科学家。特斯拉以赞扬克鲁克斯开始，他告诉听众："我今天晚上所要向大家说明和展示的，在很大程度上，同样也是关于克鲁克斯教授所孜孜以求索的那个模糊的世界。"特斯拉回忆到，在大学时读过一篇论文，在其中克鲁克斯描述了采用辐射物的早期实验，而那些实验给他留下了深刻的印象。[18]

在赞扬了克鲁克斯之后，特斯拉进行了几个精彩的演示。特斯拉单手持一根长的抽空的玻璃管，而另一只手抓住振荡变压器的一端，然后管子"从一头儿到另一头儿闪耀着璀璨的柔光，使每个人都想到了魔法师的魔法棒"。他站在绝缘平台上，用身体接触振荡变压器的一端，而光流从另一端喷出。特斯拉转向观众，问道："还有什么会比对交流电的研究更迷人的呢？"[19]

尽管英国期刊《工程师》抱怨说，"从一个光彩夺目的实验开始，然后进展到其他次等重要的部分，这违背了戏剧准则"，然而观众们还是爱看并爆发出热烈掌声。观众们被点燃了，特斯拉接着用线圈表演了更多奇迹：15 厘米的火花在球之间跳转；两根长导线相间 30 厘米并被紧拉着跨过剧场的天井，整根导线都发出蓝色的光；还有在两个导线环之间做出了"一个异常美丽的跳动的紫色圆盘"。为了致敬英国著名物理学家开尔文男爵，特斯拉用线圈点亮了一个拼写出其名字威廉・汤姆森的指示牌（图 8.1）。[20]

一位评论者在《自然》杂志上报道说，随着特斯拉"展示了一个又一个奇迹，观众们的兴趣演变成了满满的热情"。沉迷于他的谦逊和魅力，观众们没有在意他"断断续续的英语，而不够完美的解释也没有影响他的成功。他超凡的实验技能是显而易见而又明确无误的"。[21]

特斯拉接着向观众展示了他在内含单电极的抽空的灯泡中所观察到的电刷现象。当被高频线圈供电时，在电极和灯泡内壁之间能看到被称为电刷的辉光放电。（今天我们认为电刷是电子流。）特斯拉报告说，他注意到能用磁铁操控电刷，而在地球磁场的作用下电刷会沿顺时针方向旋转。有感于灯泡内电刷能响应轻微的

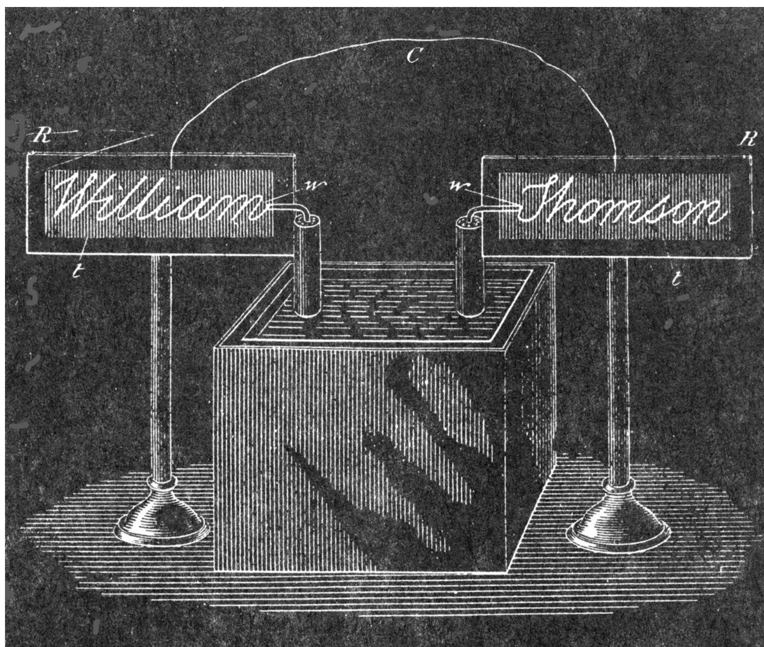


图 8.1 特斯拉 1892 年伦敦演讲时用来点亮威廉·汤姆森爵士名字的装置

图片来源：NT, *Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency* (New York: McGraw Publishing Co., 1904; rep. Hollywood, Calif.: Angriff Press, 1986), fig. 9 on p. 27.

电和磁的变化，特斯拉推测，这可能导致“在电报中找到其实际应用。例如，用这样一个电刷，就有可能横跨大西洋以任意速度发送报文，这是因为电刷的敏感度是如此之高，以至于其速度能受到轻微电磁变化的影响”。[22]特斯拉在这里预见了李·德富雷斯特（Lee de Forest）和约翰·安布罗斯·弗莱明（John Ambrose Fleming）15 年后发明的最早的电子真空管，它们被用于检测和放大微弱的无线电信号。然而，为制作实用的无线电管，德富雷斯特和弗莱明发现必须用若干个电极来操作和控制管内的电子流。

不过在演讲中，特斯拉没有详细说明这个预测，而是转到了一个他更感兴趣的话题。他告诉观众：“高频高压交流电最奇妙的特征是，它使我们只用一根导线就能进行许多实验。”特斯拉接着演示了如何把一根导线连接到变压器而把另一根连接到悬挂的金属板来运作其圆盘电动机，并且他大胆假设甚至可以无线运行电动机，而只要从充电的大气中吸取电力（图 8.2）。[23]

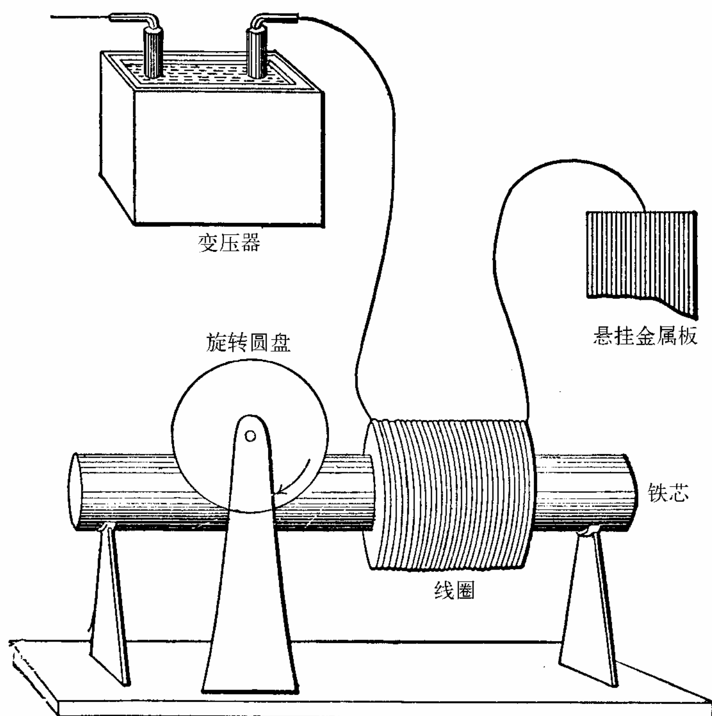


图 8.2 特斯拉 1892 年伦敦演讲时演示的单导线电动机

图片来源：NT, *Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency* (New York: McGraw Publishing Co., 1904; rep. Hollywood, Calif.: Angriff Press, 1986), fig. 17 on p. 55.

特斯拉接着展示了各种单导线电灯。这些灯由高阻抗材料例如碳或碳化硅的微小按扣组成。当被高频电流供电时，按扣呈现白炽化。一位观察者估计其电灯产生了大约五烛光量的光。[24]在展示电灯时，特斯拉就白炽与磷光的成因提出了理论看法，并讨论到克鲁克斯辐射物的概念，不过这种理论化并不是这个演示的重点。正如《电气技师》的编辑 A. P. 特罗特回忆的："特斯拉没有撰写和宣读论文，也不算是做了演讲，而是忙于在空中挥舞着发光的无电极长管，以及用穿过身体的电流来点亮普通白炽灯，以至于没有时间解释'他是怎么做到的'。我想他也解释不了。"[25]

然后特斯拉再次表演了他那著名的在两块金属板之间放一根长管的演示，并请观众们想象一下在他们家中闪耀着类似的无线电灯的情景。[26]作为最后一个环

节，特斯拉以介绍一个新管子把整个演示带到了顶点。这个新管子就像一个克鲁克斯辐射计，包含一个带云母片的小风扇。然而，辐射计的风扇是在光照到云母片上时才转动，而特斯拉的风扇在被置于两块悬板之间的静电场时就会转动。除了发光的灯，小风扇更加能向观众展示源自静电场的电力。在看到了不可见的场致使风扇旋转时，观众们惊呆了。特斯拉回忆说："科学家们看得忘记了自己身在何处。"[27]

《电气工程师》指出：

> 整整两个小时，特斯拉让观众们沉迷其中，他以从容的自信和最谦卑的方式尽可能地展示着他众多的实验，并逐一提出其研究的实际应用前景……就算在最后，特斯拉还不忘吊人胃口地告诉听众们说，他仅仅给他们展示了他所准备展示的三分之一，而全体观众……待在座位上不愿散开，并坚持还要看更多，特斯拉先生只得再做一个附加演讲。[28]

尽管不符合惯例，在皇家学院第二次演讲结束时，英国著名物理学家瑞利男爵还是坚持要向特斯拉致谢。瑞利赞赏地评论说："特斯拉先生不是在盲目或随意地工作着，而是恰当地运用科学想象力来指导自己的工作。不运用这种指导的话，我们几乎无法期望做成任何真正有用的事。特斯拉先生具备探索者的天赋，而我们可以预期他的探索生涯长青。"[29]

特斯拉把瑞利的话当作是极大的褒扬与激励之源泉。特斯拉表示："到目前为止，我从未意识到我有任何探索方面的特别天赋，但被我一直视为科学完人的瑞利男爵却这么说了。"特斯拉对瑞利的赞美进行了特别的解读；如果自己注定不只是个发明者而更是一个探索者，特斯拉觉得从今以后"我应当专注于一些大的想法"。[30]

在特斯拉演讲之后的一周里，伦敦媒体"充满了关于这位挑战科学解释的魔法师的激动人心的报道"。特罗特和几个工程师想对这位魔法师了解更多，就为特斯组织了一场非正式的晚宴。"我们这群年轻人都渴望更多地了解特斯拉那迷人的个性"，特罗特回忆说。晚宴期间，英国东道主们高兴地倾听特斯拉讲述美国生活的幽默故事，包括这个故事："一天早上，在西屋工厂，我听到房间的窗下一阵

喧哗。我看了一下院子，看到两个男孩在争吵。‘我告诉过你。’‘你没有，你是个骗子。’‘我不是。’‘你是个臭气熏天的小骗子，你知道你从没说过。’‘不，我说过，你能在我去年英国协会的论文中找到。’”[31]

特斯拉的演讲启发了英国工程师约翰·安布罗斯·弗莱明，他对感应线圈产生的火花进行了拍照以便确定火花是否确实在振荡。弗莱明邀请特斯拉观看他生成的照片并祝贺他的演讲。弗莱明称特斯拉的表演是一个“巨大的成功”，并告诉特斯拉说：“毋庸置疑，你当之无愧是第一流的魔法师，即‘火剑等级’。”[32]（我们之后还会再次遇到弗莱明，他于 1901 年设计出被马可尼用于跨大西洋测试的发射器。）

在伦敦期间，特斯拉还花了些时间与克鲁克斯在一起。他们一起进行试验，特斯拉还给他缠了个线圈。他们讨论了电的未来，以及克鲁克斯感兴趣的神秘学和心理现象。克鲁克斯广泛涉猎“唯灵论、魔鬼学、巫术、动物磁性、灵修神学、魔法以及医学心理学”，也研究了降神会，并进而相信那些能接触死者的灵媒所做的断言是有依据的。到此时为止，特斯拉很少想过这些事，不过他还是被像克鲁克斯这样的科学人士竟如此认真地对待灵性问题而深深地触动了。[33]

在欧洲大陆遭受精神崩溃

特斯拉从伦敦前往巴黎，并在和平酒店订了一个房间。2 月 19 日他向法国物理学会和国际电气技师学会做了一个演讲（图 8.3）。[34]法国电气技师爱德华·奥皮塔利耶（Édouard Hospitalier）发现特斯拉的演示非常具有说服力。他注意到：“这位年轻的科学家……几乎就是一个先知。他的解释和实验中带着那么多的温暖和真诚，那种信心赢得了我们，并且我们不由自主地相信我们正在见证一场针对现有照明过程的即将到来的革命。”跟在伦敦一样，特斯拉的表演让人们非常兴奋，赞美不断。“本周法国的报纸满是关于特斯拉先生及其精彩的实验，”《电气评论》报道说，“这位天赋异能、年轻有为的电气工程师迅速取得了全球性的科学声望，他的步伐在我们这个时代没有第二人可及。”[35]

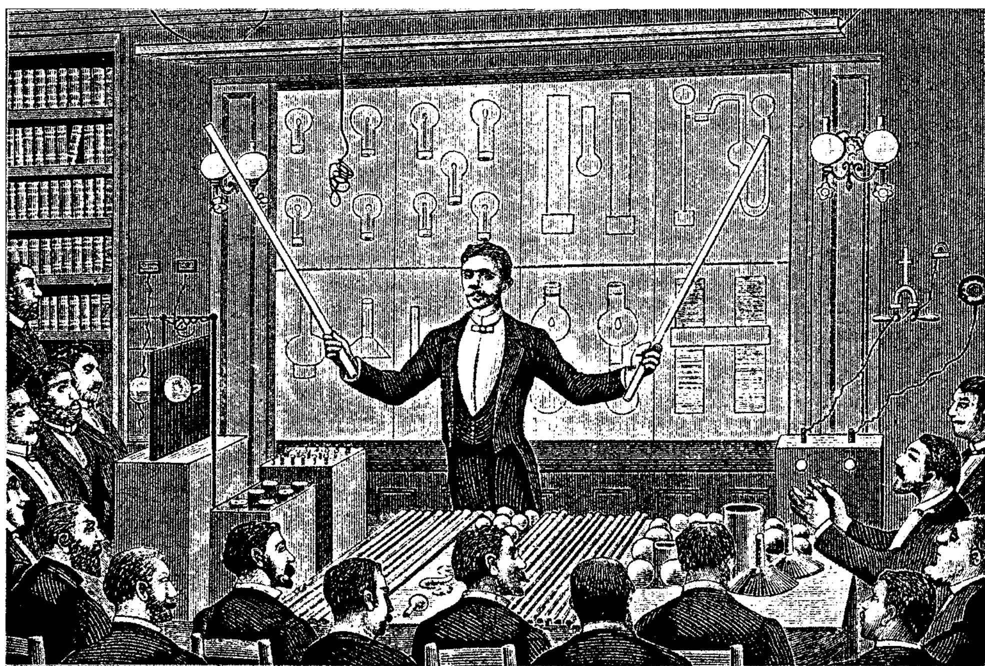


图 8.3 “巴黎——特斯拉先生面向法国物理学会和国际电气技师学会做演讲。”

图片来源：“Mr. Tesla’s Experiments of Alternating Currents of Great Frequency,” *Scientific American*, 26 March 1892, p. 195.

在巴黎期间，特斯拉遇到了几个重要人物，包括物理学家安德烈·布隆代尔（André Blondel）以及有志于改善自己国家电力系统的比利时阿尔伯特王子。特斯拉意图从国外专利中产生一些收入，于是会见了法国克鲁梭的施耐德公司和德国科隆的赫利俄斯公司的代表，并许可它们在法国和德国制造他的专利电动机。[36]

特斯拉发现所有这些活动（进行演讲、会见重要人物以及与商人谈判）兴奋而又紧张。还在伦敦的时候，克鲁克斯就注意到特斯拉快被压垮了；他担心地给在巴黎的特斯拉写信说：“我希望你能尽快抽身去往你祖国的群山。你正受累于过度工作，如果再不照顾自己你就会崩溃。不用回信了，也不要见人了，赶快去搭最早的火车。”[37]

但克鲁克斯的信可能还是来得太迟，特斯拉已经被疲惫和沮丧压倒了。就像平常抑郁发作时那样，特斯拉回到酒店房间睡觉。他醒来时，迎头就收到了关于母亲久卡的可怕的消息。特斯拉记得，他“刚从因长期用脑而造成的特别的睡眠

症中醒来。就在那时，带着我母亲病危消息的电报被交到了我的手中，我的心里咯噔一下，你可以想象那时我所感受到的痛苦与悲伤”。[38]

特斯拉马不停蹄地从巴黎赶回了戈斯皮奇的老家。害怕赶不及在母亲临终前看到她，特斯拉右边的一片头发一夜白掉。（不过在一个月之内，它们又恢复成原来乌黑的颜色。）当特斯拉来到母亲的身旁，她对唯一的儿子喃喃地说：“你终于来了，尼卓（Nidzo），我的爱儿。”[39]

在接下来的几周里，特斯拉彻夜伫守于母亲的床边，终于精神崩溃。他回忆说：

> 痛苦和长期的警醒已使我完全精疲力竭，而有一天晚上我被带到了离我们家大约两个街区的一座建筑里。当我无助地躺在那里时，我想要是我妈妈去世时我不在她床边，她也一定能让我感应到……因为我妈妈是个天才女人并且有特别超凡的直觉力。整个晚上我大脑每一根神经都似有所期地绷紧着，但什么也没发生。直到清晨，我睡着了或者是昏迷了，并看到异常美丽的天使们腾云而来，其中一人深情地望着我，并慢慢呈现出我妈妈的样子。这幅景象慢慢飘过房间并消失了，而我被夹杂着很多声音的难以名状的甜美歌声唤醒了。就在那一瞬间，无以言表中，我确信妈妈已去世了。[40]

特斯拉对于这个超感应的梦极度不安，立即写信向克鲁克斯作了说明，因为这件事看来证实了克鲁克斯关于灵性的想法。特斯拉被这个梦困扰了多年，并最终得出结论，他在梦中所听到的音乐是源于他母亲去世那天早上附近教堂庆祝复活节弥撒的声音。而天使是来自阿诺德·勃克林（Arnold Bocklin）的一幅油画的启示，那幅画描绘了一个节日，并展示了一群腾云驾雾的寓言人物；特斯拉曾于参观慕尼黑期间看过这幅画，画中看起来飘在空中的人物给特斯拉留下了深刻的印象。这样他就能够给予“每件事圆满而又符合科学事实”的解释。[41]

在复活节的星期天，久卡被葬于迪沃塞罗（Divoselo）的加西科瓦奇（Jasikovac）墓地其丈夫的身旁。六个司祭主持了葬礼，这显示出特斯拉和曼迪克家族在塞尔

维亚正教会的介入之深。特斯拉在其父母的墓穴上用了白色方尖墓碑。[42]

特斯拉在接下来的六周时间里留在了戈斯皮奇，与家人一起沉浸于悲伤当中。“不用说你也知道，我很难过，并极力地控制着自己，”他于 1892 年 4 月给舅舅帕约写信说，“恐怕这件事虽然发生没多久，但其打击是严重的。”[43]

特斯拉恢复了体力，就穿梭于克罗地亚，去普拉斯基（Plaski）拜访妹妹马里察，到瓦拉日丁（Varazdin）看望舅舅帕约，并在萨格勒布的大学演讲。之后，特斯拉再从萨格勒布到布达佩斯去会见电气制造公司甘兹公司的代表。[44]当了解到该公司正努力建造一千马力的交流发电机，特斯拉就与他们协商达成了一个专利许可，因此甘兹可以制造他的专利电动机。总的来说，特斯拉对专利的谈判情况很满意，并向威斯汀豪斯报告说：“专利在三个有合作意愿的最强大的公司手中，而且他们推动生产的意图很恳切。把电动机大规模引入欧洲，无疑会对你公司所拥有的我美国专利的价值产生非常有益的影响。”[45]

5 月，特斯拉去了塞尔维亚首都贝尔格莱德，他在那里受到了英雄般的欢迎。国王亚历山大一世授予他圣萨瓦大军官勋章。塞尔维亚诗人约万 · 约万诺维奇 · 兹马伊（Jovan Jovanović Zmaj）做了一首诗《向尼古拉 · 特斯拉致敬》，并在庆祝特斯拉的仪式上进行了朗诵。为回应塞尔维亚伙伴所加给他的这些荣誉，特斯拉向观众表示了感谢，并表达了自己的雄心壮志和民族自豪感：“如果我足够幸运得以少许实现我的一些想法，那么我将用之造福全人类。如果这些愿望有朝一日变成现实，那么我最大的快乐会源于是一个塞尔维亚人完成了该工作这一事实。”[46]

特斯拉从塞尔维亚经由德国返回美国，途中在柏林会见了物理学家赫尔曼 · 冯 · 亥姆霍兹（Hermann von Helmholtz），接着去波恩与赫兹交换了意见。[47]特斯拉用振荡变压器重复了赫兹最初的实验，并感到赫兹在揭示电磁波在空中传播这一方面是正确的，但自己在波的形式方面跟赫兹有不同意见。赫兹在实验中发现，波是横向的，这意味着振动与传播的方向垂直。（横波的一个常见的例子是大海里的水波。）为了证明这一点，赫兹设置了表明该波能被反射并彼此干涉的测试，从而揭示了电磁波像是光波。特斯拉在重复赫兹的实验时，得出结论认为他观察到的波不是横向的而是纵向的，其位移方向与传播方向平行。（纵波的一个简

单的例子是列车后退时的情形——当火车头向后推时，每一节车厢冲撞下一节车厢，因而有一个波动通过了整串车厢。）对特斯拉来说，电磁波更像是声波而不是光波。如果这种新波不是像光波那样的横波，那么这就意味着赫兹没能为麦克斯韦方程组提供实验证明。不用说，特斯拉的断言一定会令赫兹非常不安，正如特斯拉后来回忆的："他看起来对这种不同意见很失望，以致我很后悔这个行程，并抱歉地与他道别。"而赫兹在日记当中没有提到与特斯拉的会面，也就不足为奇了。[48]

尽管母亲之死使其欧洲之旅的后一部分变成了"一个最痛苦的折磨"，特斯拉还是从欧洲带回了一个重大的洞见。我们已经看到，瑞利的赞扬激发了他去集中精力于那些大的想法上。在这种情况下他离开了伦敦，而在家乡山区漫步时他得到了这样一个大的想法。在一次徒步时，突然来了一阵雷暴，不过特斯拉在雨下起来之前找到了避雨的地方。他在自传中描述说：

> 不知为何雨一直没有马上下起来，直到突然之间一道闪电划过，然后瞬间大雨倾盆。这个观察引发了我的思考。很明显这两种现象有紧密相关的因果关系，稍微反思了一下我就得出了一个结论：闪电的那点电能对于整个降水过程来说是微不足道的，而闪电的功能更像是一个敏感的触发器。这里边潜藏着建功立业的惊人可能。如果能产生达到必要水准的电效应，那么我们整个星球及其之上的存在境遇都能变个样……这个想法的最终成功有赖于我们的开发能力，去开发出能调动自然之力的电的力量。尽管这看似无望之举，但我还是下定决心要试一试，并且1892年夏我一回到美国，就着手工作起来。这对我来说是非常有吸引力的，因为这一类的做法对于无线能量的成功传输也是必要的。

在看到好像是闪电启动了降雨时，特斯拉被"敏感触发器"的概念迷住了：一个小的力被恰当应用的话，就能以之驾驭大地中蕴藏的惊人力量。回想起上个秋季把振荡变压器接地的实验，现在特斯拉意识到如果他能放大其变压器的尺寸，那么他就极有可能得到一个能驾驭大地能量的触发器，并"能提供无限量的动力"。[49]对特斯拉来说，这个挑战正是他天赋与才华的用武之地。

第九章
在美国推行交流电
（1892—1893）

特斯拉从汉堡搭乘“奥古斯塔·维多利亚号”客轮，于 1892 年 8 月 27 日回到纽约。[1]回来后，他就把实验室和住处都换了。为了扩大实验室，他把它从格兰德街搬到了第五大道南 33—35 号（今天的拉瓜迪亚广场），在那里他占了一栋普通工厂建筑的四楼。他的新实验室位于华盛顿广场的正南方，“处在风景如画的被称为法国区的那一带的中心，该区充满着廉价的餐馆、红酒铺子和饱经风霜的住宅”。9 月下旬，特斯拉从阿斯特豪斯酒店搬到了百老汇和第六大道之间 27 街的格拉克酒店。格拉克酒店建于 1888 年，花费了一百万美元，是一幢雄伟的 11 层防火建筑，配备有电梯、电灯和几间豪华餐厅。[2]

一回到纽约，特斯拉就热切地想跟进其关于高频发明的新愿景，但是他也觉得有必要改善多相电动机，并用尽一切办法说服威斯汀豪斯对之进行推广。由于特斯拉已经撕掉了与西屋的合约，因此公司没有义务与他合作，但他很想确保其多相系统在美国不被忽视。在与甘兹公司和欧洲其他电气公司的工程师交谈后，特斯拉清楚地了解到欧洲人正于采用二相或三相电流的电力传输系统的开发上快速前进。

当特斯拉 1889 年离开西屋时，他的前助手查尔斯·F. 斯科特接受了基于特斯拉的专利继续开发可销售的电动机的任务。然而，在斯科特和西屋其他工程师还没来得及履行任务的时候，公司就进入了破产管理程序，并且乔治·威斯汀豪斯

1890 年和 1891 年的多半时间都在奔波于帮公司取得新融资（参见第七章）。

在等待公司的财务状况得到缓解的同时，斯科特和同事们就未来多相系统的频率和相位做了几个决定。在短期之内，他们决定建造采用 60 赫兹交流电的二相系统。这样做，他们就能兼顾电动机和照明系统的负载，这是因为他们能够把二相电流分离成两个独立的适合照明电路的单相电流，而 60 赫兹的频率也不会在白炽灯中造成明显的闪烁。他们打算过些时候再建造更适合于工业应用的三相 30 赫兹动力系统。特别要说的是，斯科特发现有可能用其特制的“T”变压器来连接二相发电机和三相电动机。因此，就有可能在单一网络中用三相 60 赫兹交流电同时服务于照明和动力负载。[3]

以上所述就是到 1892 年初西屋的技术状况，那时乔治・威斯汀豪斯终于稳定了公司，并能够开始思考他的公司应当用交流电做些什么。尽管威斯汀豪斯拥有特斯拉多相交流电的美国专利权，然而他在 1892 年的多半时间里并没有特别关注多相系统的开发。相反，由于采用单相 133 赫兹的照明系统已有现成的市场，因此他对于推行单相交流电更感兴趣。[4]

西屋公司采用单相交流电以及特斯拉的分相电动机在科罗拉多州的特柳赖德（Telluride）金矿安装了其第一个电力传输系统。由于不能就近取得动力，矿主要求西屋在 6 公里外的一条溪流安装一个涡轮机，并沿着崎岖的地形铺设一条 3000 伏特的通往矿区一台 100 马力电动机的交流电力线路。斯科特报告称，特柳赖德系统满负载时传输电力的能效为 83.5%，并自豪地夸耀说：“这一领域的工作正快速地从实验研究转入实际工程当中。”[5]但特柳赖德系统只是一个采用单相交流电把电力传输数公里的孤立的电厂；跟劳芬–法兰克福线路和正在欧洲开展的其他工作比起来，特柳赖德系统只能算是小儿科。

威斯汀豪斯于 1892 年春决定争取 1893 年芝加哥世博会电气照明的合同以便能集中推广单相交流电，而不是前景看似远大但尚未被证实的多相交流电。威斯汀豪斯之所以这样做，是因为他需要采取一些引人注目的行动以重整其作为主要电气制造商的地位。许多人认为曾经几乎破产的西屋公司将会是电器制造行业一个非常小的角色。同时，由于爱迪生通用电气与汤姆孙–豪斯顿电气公司已于 1892

年 2 月合并组成通用电气（GE），因此西屋现在面临着一个更为强大的对手。1892 年 5 月，西屋以大大低于通用电气的报价赢得了向世博会提供电气照明的合同。由于世博会要用 200 000 盏白炽灯装饰其场馆，因此这是一个西屋公司展示交流电可被用于整个城市照明的大好机会。[6]

但西屋的报价是如此之低，以至于工程师们不得不设计出更大的发电机并以较之以前更高的电压来运作。世博会的一份历史资料讲道：

> 西屋电气制造公司以远低于成本的价格获得了这个重大服务合同。按照惯常的做法，他们必须设计出更经济同时也更为灵活的系统。他们做到了。他们在不到六个月的时间里设计和建造了较以往更大的机器，并采用了完全不同的线路，在其中体现出交流传输系统的原理。在这个系统中，价值数十万美元的铜线被省了下来，这是因为可以用细导线以高电压向目的地输送电流，然后在用电点使之降压。[7]

西屋不仅要考虑世博会新照明设备的设计，还不得不做出新的白炽灯。1892 年 10 月，在一场漫长的诉讼战之后，法院支持了爱迪生最初的电灯专利并做出了有利于通用电气的裁决。作为回应，西屋的工程师设计出一种新塞灯（stopper lamp）以避开爱迪生的专利。尽管新灯的效率不及爱迪生的电灯，但也能让西屋完成芝加哥世博会的工程。

因此，当特斯拉 1892 年 8 月末回到纽约时，他发现威斯汀豪斯并没有怎么想要去推广他的电动机或多相系统。威斯汀豪斯并不反对多相系统，而是认为它不是那时所要追求的最紧迫的技术。威斯汀豪斯太过专注于设计满足世博会照明合同所需的发电设备和电灯，甚而没有去想要在世博会上谋一个展位来展示特斯拉的电动机。[8]然而，特斯拉很想确保他电动机最好可能的版本得以在世博会上展出。他在 9 月中旬告诉威斯汀豪斯说：

> 如果我能想办法挤出时间的话，今天晚上我就打算亲自去匹兹堡。我必须就快速实施我……电动机的某些改进一事与施密德先生［总负责

人］商讨。在展览会之前把电动机打造得高度完美是极其重要的，因而也务必要做到……请让你的员工尽其所能帮助我。我坚信在电动机当中，没有电刷和换向器的电动机是能获得持久成功的唯一形式。引进其他形式，在我看来则是……浪费时间和金钱。[9]

在得知特柳赖德系统用的只是单相电流后，特斯拉感到其多相设计的改善工作变得愈发紧迫起来，并在几周后向西屋请求借几个变压器以及能产生二相或三相电流的发电机。[10]特斯拉可能也研究了如何就多利沃-多布罗沃尔斯基在法兰克福发电机和电动机中所用的 Y 形连接衍生出专利。同时，特斯拉还研究了如何在使用二相电流和三相电流这两者之间进行权衡。尽管在专利中他强调了三相电流，然而他在与欧洲工程师的讨论中听到的很多说法，足以让他意识到二相电流在电力传输的某些情况下可能要更好。

正当特斯拉为其多相电动机以及与威斯汀豪斯的关系烦恼时，曾在 19 世纪 80 年代帮助把德国资本注入美国铁路的德国金融家亨利・维拉德（Henry Villard）找到了他。维拉德是 1889 年把各爱迪生公司整合为爱迪生通用电气一事背后的驱动力量。但是在 1892 年组建通用电气的谈判中，他被汤姆孙–豪斯顿的查尔斯・科芬击败了，科芬成了通用电气的总裁。[11]维拉德愈挫愈勇，仍决心要在电气行业夺得一席之地。1892 年秋，维拉德带着某种计划找到了特斯拉。尽管他们在通信中没有透露，维拉德的计划可能涉及有轨电车、对特斯拉多相系统的推广或者甚至是对围绕着西屋公司而建立的其他电气公司的整合——这些都是维拉德过去几年中所考虑过的想法。

不管这个计划是什么，它引起了特斯拉的兴趣，不过这也意味着要说服威斯汀豪斯一起干。然而，特斯拉无法说服威斯汀豪斯，正如他在 1892 年 10 月向维拉德解释的：

我尝试了用各种方法去说服威斯汀豪斯先生，并努力让他了解到我们上一次谈话的意义。但到目前为止还没有取得有希望的结果，而且我得到的印象是，跟进这件事所要花的时间将超出我现在所能挤出来的时间。

> 意识到这一点，并且也仔细考虑了成功的机会与可能性，我得出的结论是我不能投身于你所筹谋的大业当中。目前我正在从事另一项发明，就算只取得部分成功也将从根本上改变当前的电气照明系统，而我需要全力以赴地专注于这件事。[12]

竞争尼亚加拉合同

随着 1892 年秋季的到来，威斯汀豪斯看到了更大的机会正在形成，因此采取了与维拉德截然不同的计划。除了为即将到来的芝加哥世博会提供照明，威斯汀豪斯还决定要走出另外一大步：去争取尼亚加拉瀑布开发所需电力设备的合同。我们将看到，尼亚加拉电力的成功开发被证明是特斯拉多相发明的转折点。

得益于其地理位置和人口状况，尼亚加拉瀑布是一个从事电力传输开发的理想地方。尼亚加拉河连接伊利湖与安大略湖，带着来自上游大湖的全部流量，其河水一路向下经由圣劳伦斯河完成了通向大西洋之旅。在尼亚加拉河下岩床突然由硬变软的位置，瀑布形成了，而河水急剧下落了约 50 米。尼亚加拉瀑布并非孤立于旷野中，而是位于美国和加拿大诸多工业人口的附近。1890 年，全美大约 1/5 的人口居住在距离尼亚加拉瀑布 600 公里的范围内，而拥有 250 000 人口的布法罗位于瀑布南边仅 30 公里。[13]向北跨过尼亚加拉河是安大略省，那里也承载着加拿大非常多的人口和工业。

不过，虽然一方面尼亚加拉瀑布有望能产生出巨量电力，但另一方面对大瀑布自然美景的保护问题却向那些想开发其电力的人们提出了一个挑战。1885 年，美国这边的当地实业家挖了一条运河向瀑布脚下的几家工厂提供水力。然而，纽约州担心这种工业开发会毁掉瀑布的美景，因此宣布瀑布附近剩下的土地为特别自然保留地。保留地的作用是永久禁止使用这块本可作为重大工业区理想用地的土地。实业家们现在不能就在瀑布跟前建工厂，而必须绕开保留地。

作为对此的回应，土木工程师托马斯·埃弗谢德（Thomas Evershed）于 1886 年公布了一项用运河、井筒和隧洞在保留地周边调水的计划。位于瀑布上游 1.6

公里的宽运河能把水带进为 238 台独立水轮机提供动力的一系列的支运河。经过一台水轮机之后，水接着就沿着一个 45 米长的井筒向下冲，并进入一条 4 公里长的尾水隧洞。隧洞把水从尼亚加拉瀑布城下泻出，并将之带往河流下游。

尽管隧洞必须穿过坚硬的石灰岩，埃弗谢德的计划还是抓住了当地投资者以及纽约著名律师威廉·伯奇·兰金（William Birch Rankine）的想象力。兰金年轻时曾受雇于尼亚加拉瀑布的一名律师，并开始着迷于对大瀑布开发利用的潜在可能。[14]兰金认识到埃弗谢德的计划将耗资数百万，就带着其想法去见 J. P. 摩根。尽管摩根有意投资于这个计划，然而他告诉兰金，该项目需要有一个强势的领导人物来做推动者。由于项目既会涉及财务也会涉及工程，因此摩根提议由其同行华尔街银行家爱德华·迪安·亚当斯（Edward Dean Adams，1846—1931）来主持。摩根告诉兰金："如果你能把他拉进来，我就入伙。"[15]

亚当斯是波士顿的社会精英、两位前总统的非直系后裔，曾在诺威奇大学和麻省理工学院学习过工程学。他 1878 年来到华尔街，加入了温斯洛–拉尼尔投资公司。亚当斯最早的项目之一是帮助组建北太平洋码头公司和圣保罗北太平洋铁路公司，在此过程中他遇到了维拉德。维拉德曾是德意志银行的美国代表，而当他 1893 年从这个位子上退下来的时候，亚当斯接替了他；在接下来的数十年里，亚当斯负责调动了数百万德国马克进入美国铁路和工业企业。亚当斯进一步通过优化铁路和制造公司的财务运作而成名。摩根对亚当斯的能力印象深刻，经常要他参与工业重组。1896 年，亚当斯让德意志银行分担了摩根为挽救美元免于崩溃而筹借给美国财政部的 1 亿美元贷款的 1/4，这让摩根对他格外赏识。亚当斯的传记作家以下列方式总结了他的品性特征："在这玩世不恭和物质至上的年代，令人耳目一新的是还能找到他这种类型的商人——善于分析，不知疲倦，勤奋刻苦，而又完全保留着旧时贵族那种优雅精致的修养。"[16]

亚当斯长期保持着对电之商业潜力的兴趣，自 1878 年以来就一直是爱迪生电灯公司的股东。他对尼亚加拉的开发潜力很有热情，并组织了一个由华尔街资本家组成的辛迪加，他们共举资 263 万美元。然后亚当斯组建了大瀑布建设公司以对瀑布中的潜在能量进行开发。[17]

作为大瀑布公司的总裁，亚当斯很早就做了一个关键决定。亚当斯认为真正的机会不在于让尼亚加拉瀑布城这座小镇的新工厂就地利用所产生的电力，而在于把电力传输到布法罗和其他城市的工厂。当时，布法罗的工厂每天用蒸汽机产生出 50 000 马力的动力，明显可见该城市对电力有现成的需求。此外，通过在尼亚加拉瀑布以外的地方使用其电力，亚当斯也将省掉支运河以及连接各水轮机和尾水隧洞的无数垂直井筒的费用。这个想法如此令人振奋，然而这也意味着大瀑布公司需要找到能在尼亚加拉和布法罗之间把大量电力传输 30 公里的方法。

为决定向布法罗传输电力最有效的方式，亚当斯先是咨询了爱迪生。不出所料，爱迪生提议用直流电。亚当斯接着找了威斯汀豪斯。由于在布法罗煤炭的价格低廉，因此威斯汀豪斯怀疑在那个城市里电力能否竞争得过蒸汽动力。威斯汀豪斯也知道工厂老板们会畏惧于用电动机替换已有蒸汽机而产生的成本，因此推荐用压缩空气管道传输动力。威斯汀豪斯在铁路空气制动器中用过压缩空气，对此很在行，并向亚当斯建议说压缩空气也能为已有的蒸汽机提供动力。总之，威斯汀豪斯担心亚当斯对于为瀑布产生的所有动力找到足够客户这一问题困难估计不足。[18]

面对关于电力传输各种混杂的意见，亚当斯也咨询了英国、德国及瑞士的工程师。1890 年 6 月，亚当斯让众多顶尖专家们聚首一堂，并建立了国际尼亚加拉委员会。委员会宣布了一场旨在确定在尼亚加拉产生和传输电力最佳方法的竞赛，并邀请了 28 个欧洲和美国工程公司来提交提议。委员会提供了 20 000 美元的奖金，其中头奖为 3000 美元。西屋的工程师刘易斯・B. 史迪威（Lewis B. Stillwell）听说了这个竞赛，很想参加，就找了老板。然而威斯汀豪斯很生气该委员会想以微不足道的奖金来掘取如此重大的信息，因此拒绝参加。他咆哮道："这些人试图通过提供最大奖仅为 3000 美元的奖金来获取价值 100 000 美元的信息。等到哪天他们准备正经做生意了，我们就告诉他们该怎么做。"[19]

威斯汀豪斯的猜疑是对的。尽管委员会收到了 14 份提议，然而认为没有满意的，并且没有颁发一等奖。相反，委员会从提议中挖掘出了一些技术信息，并把一系列建议转给了亚当斯。委员会建议使用大瀑布公司 1890 年 10 月开挖的隧洞，

在隧洞中放几个 5000 马力的涡轮机，并经由 45 米长的井筒把它们跟位于地面上中央发电站中的发电机连接起来。委员会无法在压缩空气传输和电传输之间做出决定，不过亚当斯鉴于劳芬–法兰克福线路中所展示出的能效而选择采用电传输。亚当斯决定进行下去，并于 1891 年 12 月邀请了六家电气公司（西屋、汤姆孙–豪斯顿、爱迪生通用电气，以及三家瑞士公司）就尼亚加拉所需的电气设备来提供估算。

针对大瀑布公司的招标通告，新成立的通用电气在 1892 年秋提交了一份为尼亚加拉本地工业提供直流电而向布法罗传输交流电的计划。与此同时，专业设计水电站的瑞士公司也提交了其他计划。由于美国对进口机械征收 40%的关税，使得瑞士公司的计划贵得离谱，因此大瀑布公司拒绝了他们的提议。此外，正如特斯拉向威斯汀豪斯指出的，外国公司无法把多相设备带进美国而又不侵犯特斯拉的专利权。[20]

一直抗拒卷入尼亚加拉竞赛两年之久的威斯汀豪斯突然加入了进来。1892 年 12 月，在反复收到亚当斯招标通告的情况下，威斯汀豪斯底气十足地宣布他的公司已准备好为尼亚加拉提供多相设备。是其工程部门的开发成果给了威斯汀豪斯信心。在继续从事查尔斯 · 斯科特所开始的改善特斯拉多相电动机工作的过程中，本杰明 · G. 拉米（Benjamin G. Lamme）重新布置了定子中的线圈，使得现在特斯拉的设计也能像多利沃-多布罗沃尔斯基的三相电动机那样工作。此外，他们在测试这些新电动机时还提出了一种更为有效的转子绕组方式，导致形成了一种标准转子设计：鼠笼式。拉米还设计了一个新的旋转变流机，这台机器包含了在同一个轴上的电动机和发电机，能把多相交流电转换成单相交流电或直流电。采用旋转变流机，现在电力公司就能用多相交流电长距离传输电力，然后在用电点对电力进行转换，使得客户能在已有的单相交流电或直流电设备上使用。威斯汀豪斯很快就想到旋转变流机意味着电力公司将能为他们所产生和传输的全部电力找到客户。[21]

这些工程开发成果意味着，威斯汀豪斯首次得以全面利用特斯拉的多相交流电动机，而西屋公司也开始强调其对特斯拉专利的所有权。1893 年 1 月，西屋公

司发行了一本包含了其所拥有 29 项特斯拉专利的小册子。小册子一方面强调了用多相交流电从瀑布向城市传输电力的机会，另一方面威斯汀豪斯也警告客户不要从其他制造商那里购买多相设备，因为这样他们可能会因侵权而被西屋起诉。[22]

现在有了这些工程开发成果以及特斯拉的专利，威斯汀豪斯如虎添翼，并劲头十足地去争取尼亚加拉的合同。1893 年 1 月，亚当斯和大瀑布公司的同事们参观了匹兹堡的西屋工厂，在那里威斯汀豪斯向他们展示了最新的设备和初步的计划。次月，亚当斯同样也参观了通用电气工厂。

向亚当斯兜售多相系统

但是特斯拉不满足于听任由威斯汀豪斯和亚当斯来商定传输系统的选择问题。特斯拉回想起儿时开发尼亚加拉的梦想，认定应当用他的多相系统来传输电力。正如他后来在 1917 年解释的："当我听说像开尔文男爵和 W. C. 昂温（W. C. Unwin）教授这样的权威人士为从尼亚加拉瀑布到布法罗的电力传输提出了这样的建议（一个说直流电系统而另一个说压缩空气）时，我认为再任由事情这样走下去是很危险的，于是就去见了亚当斯先生。"[23]特斯拉会见了亚当斯，并在 1893 年的头几个月里与他保持通信。

在会见了亚当斯之后，特斯拉回顾了发电站的计划，并提议大瀑布公司不应当以每分钟 150 转的频率来运行涡轮机和发电机（如昂温所提议的），而应当是以 250 转（如西屋的施密德所提议的）。特斯拉不赞成低转速，是因为那将毁坏发电站中发电机所构成的那幅壮丽景象："如果要降低速度，那么就有必要……把发电机的直径做得相当大，那么机器和墙之间就只能留出更小的空间，并且我想这么壮美的机械也一定会有元首们来看，所以那绝对不好。"[24]

尽管亚当斯算得上是一位电气行业的密切观察者，他还是询问了特斯拉该领域的最新进展。比如说，亚当斯就很困惑于欧洲电气公司为什么会突然从推行多相交流电转向推广单相交流电。欧瑞康和德国电气公司起先不是在法兰克福用的多相交流电吗？在特斯拉看来，问题的答案是赫利俄斯公司正在德国用他的专利

来起诉侵权者。特斯拉在 1893 年 3 月给亚当斯写信说："我丝毫不怀疑，除了我公司授权的赫利俄斯公司，所有其他公司将不得不停止制造多相电动机。赫利俄斯公司正采取最积极的方式向侵权者提起诉讼。正是由于这一原因，我们的对手无路可走只好选择单相系统，所以才会这么快改变主意。"[25]

亚当斯发现特斯拉的回复是靠谱的，并要求他综述一下电气工程期刊上关于交流电的各种文章。特斯拉以效率低下或不切实际为由否定了其他人在文章中所提议的计划，并不时强调他自己电动机的优点。正如他向亚当斯解释的：

> 比起直流机来说……运行［我的］没有换向器和电刷的机器要容易得多……更不要说这些机器的完美简单性优势所能带来的长期好处。
>
> 在常见的实际条件下，任何系统都完全不可能比得过这台简单到极致的电动机……这是我的电动机的第三种形式。对手们从来都没能以一个好的理由来批评我电动机的这种形式，因为这是迄今为止所有电机当中最有效的形式。我已经展示过，在适宜的条件下，在这种机器中可获得 97%的能效。[26]

特斯拉把写信给亚当斯看作是推进多相系统的机会，而亚当斯则视通信为获取业内信息的方式。到 1893 年 3 月，亚当斯对于专利状况越发特别担心起来。尽管西屋公司声称特斯拉的专利能让他们独家掌控多相交流电，然而情况远未那么清楚。通用电气一直都在通过利用伊莱休・汤姆孙的研究和从包括查尔斯・S. 布拉德利（Charles S. Bradley）在内的几个发明者那里购买交流电专利来开发自己的多相技术。模糊不清的专利状况警示了大瀑布公司的首席专利律师弗雷德里克 ·H. 贝茨。他在 1893 年 3 月警告亚当斯说，如果使用特斯拉的专利，公司就有可能卷入与通用电气的专利诉讼当中。[27]

为了获取对专利情况的一些看法，亚当斯又找了特斯拉。在贝茨警告亚当斯的第二天，特斯拉向亚当斯提供了他对通用电气手中汤姆孙和布拉德利专利的评估：

> 汤姆孙的专利……跟我在 1888 年基础专利中所揭示的旋转磁场的发现以及电力传输系统的全新特性绝对没有关系……
>
> 至于布拉德利的专利……我想对其历史和关系做一个彻底检查应该能给你所担心的问题一个交代。我已经丝毫不带个人偏见地做了这样一个检查，它将令你相信在其最早的专利中并无全新电力传输方法的任何蛛丝马迹。[28]

虽然亚当斯对于特斯拉“丝毫不带个人偏见”地评估布拉德利专利的声明很可能心存疑虑，但亚当斯从这封信中得到的信号是，特斯拉和威斯汀豪斯相信他们在法律地位上占优势，并且他们将积极捍卫其专利。

亚当斯也想知道为什么在 1893 年 3 月各自提交的计划中西屋鼓吹二相系统而通用电气鼓吹三相系统。在二相系统中，发电机产生出两个相位差为 90 度的电流；而在三相系统中，发电机产生出三个相位差为 60 度的电流。在两种系统中，电流都通过分离的电路传输，然后在用电点组合起来以运行电动机。在回答亚当斯的询问时，特斯拉推荐了二相电流。特斯拉此前在专利和出版物中强调了三相电流，这在很大程度上是因为他发现三相电流相对二相电流来说能在电动机中产生出更均衡的旋转磁场。为了其专利，特斯拉个人对于鼓吹三相电流更感兴趣。然而现在，他告诉亚当斯使用二相电流会有实际上的优势。正如特斯拉指出的，二相电流的一个关键优势是，西屋公司已经发现其中每个电流能被独立出来为单相白炽灯供电。对于大瀑布公司来说，这意味着对于新尼亚加拉电厂的巨量产出还有另外一种销售方式。因此，公司最终决定对本地电力分配用二相电流，而对长途传输用三相电流。[29]

不过在亚当斯就二相还是三相系统等事宜从特斯拉那里探询信息的时候，他还没有打定主意。正如尼亚加拉项目的官方历史所写的：“为了能在国内外最新经验的指导下选择所产生电流的类型，相关决定直到最后一刻才被做出。”让特斯拉非常沮丧的是，亚当斯仍在考虑使用直流电的可能性，这是因为以 10 000—20 000 伏特的电压还是有可能用直流电把电力有效传输一段距离。亚当斯发送给特斯拉

的一个这样的计划是由一位直流电的“著名倡导者”提出来的。亚当斯之所以会趋向于认真考虑这样一个直流电计划，可能是因为委员会成员开尔文男爵在坚持推介直流电，并且开尔文在1893年5月给亚当斯发电报说：“相信你能避免采用交流电这一巨大错误。”[30]

在特斯拉看来，如果大瀑布公司采用直流电反而会是一个更大的错误。为了说服亚当斯这一点，特斯拉首先争辩说，电力的产生和传输从根本上来说是交流的：

> 我希望你不要把“著名倡导者”的声明太当一回事。为了看清此人的毫无经验和其观点的荒谬，你只需认识到所有电力传输都是交流的就行了。直流电系统的过程是这样的。我们在机器中产生出交流电（现在在用的所有机器都是这样的），再用换向器和电刷的方式将之改造成直流电。从导线中送来的直流电也不能直接驱动电动机，而必须在电动机中再次用换向器和电刷将之变成交流电。现在我的系统所能做到的是，在发电机和电动机中都移除换向器和电刷，而功能不受影响。总的来说，这使得系统更简单、更廉价也更有效。然而这些只是顺带产生的优势。而主要的增益包含在这些特性中：绝对恒定的速度、高压下绝缘的便利性、转换为任意电压的简易性，以及通往沿途所有用电点导线的［原文无法辨识］的便利性。这些特性在直流电系统中实际上是无法实现的，特别是当预期要传输很长的距离时。事实上，我认为如果硬要执行这样一个计划的话，那将无可挽回地成为商业上也许再加上技术上的失败。当然如果有充足的资本支出，无论多么荒谬的计划都能执行。不过这里的问题是，要达成实际商业上的成功，那么无论如何都要用最好和最安全的电气设备。

接下来，根据自己的实际经验，特斯拉争辩说，高压直流电系统将遇到严重的问题：需要大量额外的绝缘处理，难以避免电流变化，并且需要额外设备（可能是电动机–发电机组合）以使电流适用于不同的照明和动力应用。

> 我想很少有工程师做出过10 000伏特的直流机。我从为某些实验目的而构建此类机器的过程中获得的经验是，它们总是会出各种故障。原因在于，换向器的存在使得绝缘很困难。人们已经发现要成功操作弧光灯是不可行的（它们用到了超过4000伏特的直流电，而如果要用20 000伏特的话，那么直观地说，其困难将增大至25倍）。当使用太厚的绝缘层时，机器的效率就会降低，并且最糟的是，机器将变得难以调节而不能适用于其目的。你用这种机器提供的电力对于很多用途来说是不可用的，比如说电气照明。可能，并且是非常可能，其中会有20%的电流变化，而你都承受不了2%—3%的变化，因为这将使得照明效果不能令人满意。在更小的机器中所产生的这种变化则更加不能忽视。假定所有这些本质的困难都被解决了，你离商业上的成功还是很远。你将无法完成沿途连线的计划（至少将会是非常困难的），并且在这种情况下你将不得不在每一地点使用两台机器，因为你不能期望在一台机器中有两个绕组，那行不通也很危险。维护的成本将不可小视。我想客观地估算一下，就算用两倍的资本支出，你也不可能做到以足够的安全性来运作这样一个系统，更不要提上述所说的一些不可克服的困难。让“著名倡导者”来完成这样一个系统吧，他将得到他应得的报酬。

在结束的时候，特斯拉延伸了亚当斯的梦想，不只是要把尼亚加拉的电力传输到布法罗，还要传输到全纽约州包括纽约城。特斯拉提醒亚当斯说，他知道他的“要在比布法罗更远的距离范围内使用电力的筹划——这也恰是我一直在考虑的事项。采用交流电系统，你将取得绝对的毫无疑问的成功”。[31]

1893年5月，亚当斯和大瀑布公司就其在尼亚加拉采用哪项技术宣布了他们的决定。在特斯拉论证的影响下，亚当斯宣布尼亚加拉将采用二相交流电。[32]并且尽管亚当斯已得出结论西屋对于建造其所需的大型设备的准备工作做得更好，他还是再次拒绝了通用电气和西屋两家所提交的计划。在某种程度上，拒绝的原因可能是在通用电气工程办公室找到了西屋设计蓝图这一事实；商业间谍的指控

满天飞，因此亚当斯可能想与这两家公司撇清关系。但拒绝的另一个原因是，尼亚加拉委员会的另一成员乔治·福布斯（George Forbes）教授正在制定自己的发电机设计，并且鼓动大瀑布公司用他的计划。

西屋公司仍然决定要拿下尼亚加拉合同，因此在 1893 年夏的芝加哥世博会上使出全身解数，展示了一个全面完整的交流电系统。在博览会上特斯拉有自己的个人展览，他通过展示其早期电动机、哥伦布蛋装置、振荡变压器以及一系列新电灯强调了交流电的神奇和潜力。[33]而且特斯拉的个人展览也帮助把参观者的注意力吸引到所有用于博览会供电的西屋设备上。为了给博览会上所有的白炽灯供电，西屋安装了 24 台 500 马力单相 60 赫兹发电机。这些发电机被成对安装在单个轴上以便为特斯拉电动机电路提供二相交流电。为了给电气铁路供电，西屋的工程师用旋转变流机把交流电变成 500 伏特的直流电。该网络中也用了变压器来提升或降低电压，以满足使用特斯拉电动机的不同应用所需。这是用交流电同时服务于电气照明和动力应用的第一个系统。西屋在世博会上的这一展示让来自美国和欧洲的电气工程师们相信交流电已是大势所趋。[34]

同时，特斯拉代表多相交流电继续进行说服亚当斯的工作。结果是亚当斯在 1893 年 10 月授予西屋建造发电机的合同。福布斯的计划一到了西屋那里，就被拉米作了大幅修正。为确保在将来还能把两大电气制造商都用上，亚当斯也授予通用电气另外一个建造从尼亚加拉到布法罗 30 公里传输线的合同。尽管结果是不得不与通用电气分享尼亚加拉的业务，西屋的高管们也没有忘记是特斯拉帮他们获取了这项业务。正如 1893 年 11 月一位西屋经理祝贺特斯拉时所说的："一想到世界上最大的水力资源将为你匠心独创的系统所用，这对你来说必定是足可欣慰的。你的成功正逐步展露出来……继续努力吧。"[35]

从 1893 年到 1896 年，亚当斯和兰金都一门心思地在监督发电站的建设，该发电站最终会拥有 10 台西屋发电机，每台额定 5000 马力。为设计发电站的建筑以及几十间员工房屋，亚当斯聘请了著名建筑师斯坦福·怀特（Stanford White）。由于新发电站将发送超出先前任何电站四倍之多的电量，亚当斯和兰金开始展望用多相电流把电力分配给更广泛的区域，首先是到纽约州内布法罗附近的其他城

市，然后甚至到更远的地方。正如兰金宣告的："如果以适度的商业利润向奥尔巴尼传输电力行得通的话，那么勇于实践的人们不会就此打住，而是倾向于按照尼古拉·特斯拉的大胆预期，去试探着在一个方向的线路上把 100 000 马力的电力发送 450 英里到纽约，而在另一个方向上发送 500 英里到芝加哥，以供应这些超级社区的需求。"[36]我们将看到，亚当斯和兰金对特斯拉的超凡技术印象相当深刻，以至于他们在 1895 年帮他设立了一间用以推广其无线电力发明的公司（参见第十一章）。

尼亚加拉发电站于 1896 年 11 月开始向布法罗传输电力，并且在下一个十年内，靠尼亚加拉电力来运行的机器遍及全纽约州。在大瀑布公司所揭示的这种发展潜力的激发下，兰金在瀑布的加拿大一边启动了另一间公司来建造一个类似的发电厂。在尼亚加拉瀑布发电厂所取得成功的带领下，美国和欧洲的公用设施行业转向了多相交流电的使用；现如今，多相交流电已成为当今世界多数地区电力分配所用的标准电流。[37]

纽约的报纸着迷于尼亚加拉瀑布自然奇观被交流电的技术奇观所取代这一想法，因此对尼亚加拉发电站和特斯拉大加赞扬。[38]非常可以理解的是，人们进而认为是特斯拉与西屋公司合作设计了这个新系统。尽管特斯拉并没有设计尼亚加拉所用的系统，然而他在瀑布开发一事中起到了深刻而又微妙的作用。特斯拉明确地提出了使用多相交流电传输巨量电力的理念，并承担了帮关键决策者爱德华·迪安·亚当斯理清想法的任务。通过与亚当斯的信件交流和会面，特斯拉不只是提供了技术数据，还鼓起了亚当斯之支持交流电所必需的信念和价值观。通过与亚当斯的通信和对话，特斯拉在使交流电被用于尼亚加拉乃至全球这一事件中扮演了决定性角色。

尽管记者们不一定清楚在说服亚当斯使用多相交流电的背后特斯拉付出了多少努力，然而他们确实认识到是他把使用多相交流电远距离发送大量电力的基本概念引入到了电气工程实践当中。《纽约时报》视尼亚加拉的开发利用为"19 世纪无可匹敌的工程胜利"，并在 1895 年 7 月评论说：

> 可能这个宏图大业故事中最浪漫的部分是这位令此事业成为可能的人中之龙的生涯……他出身卑微，几乎是在尚未完全年富力强之前，就已走到了全世界伟大科学家和探索者的前列，他就是——尼古拉·特斯拉……
>
> 就算是现在，大众也更倾向于认为他是一位怪异实验效果的制造者，而不是一位务实致用的发明家。然而科学界和商业界人士却不这么看。在这些人那里，特斯拉受到了恰当的欣赏、尊重甚至可能是嫉妒，因为对于那个耗费了最伟大电科学家们过去二十年时间与脑力的问题，他已向世人展示了一个完整的方案——换句话说，也就是成功地解决了电力远距离传输的问题。[39]

因此交流电在尼亚加拉的成功对于特斯拉建立其作为美国顶尖发明家的声望起到了重要作用。基于从尼亚加拉获得的声名，我们的魔法师现在准备要推出一种甚至更为卓越非凡的电力分配系统。

第十章
无线照明和振荡器
（1893—1894）

1892 年至 1893 年之交的冬季，在就尼亚加拉事务与亚当斯进行通信的同时，特斯拉还在忙于他的高频设备。在此过程中，他最近从欧洲之旅中获得的几个线索都派上了用场。瑞利男爵向他指出他注定会有伟大的发现，威廉·克鲁克斯爵士提出了用电磁波传输信息的可能性，还有他在一次雷暴期间突然获得了一个洞见：总有可能以某种方式来利用大地中潜藏的力量。把这些线索编织在一起，特斯拉决定看看能否探索出一种利用大地来传输信息和能量的方法。

在费城和圣路易斯演讲

但是在深入开展新实验之前，特斯拉同意再次演讲。这个演讲做了两次，首先是在 1893 年 2 月 25 日面对费城的富兰克林学会，然后是在接下来的一周里在圣路易斯的全国电灯协会（NELA）。在这个演讲中，特斯拉采用了与在伦敦和巴黎表演中用过的类似的策略，向美国观众传达了他对电与光关系的哲学思考，同样也做了引发轰动的演示。[1]

在圣路易斯，特斯拉的演讲是在展览会剧场举行的，当时四千个座位都坐满了，另外还有几千人挤进来几乎挤爆了大厅，大多数观众都是冲着特斯拉那壮观的演示来的。座位供不应求，在大厅外黄牛票被炒到了三至五美元。[2]

特斯拉没有令广大观众失望。在首先的一组演示中，他让 200 000 伏特高压电穿过身体；正如他在发表的演讲稿中描述的：

> 现在我启动了线圈，并用一个手持的金属物体［非常可能是一个金属球］靠近线圈悬空的一端，金属物体的作用是避免手被烧伤。当金属物体距离线圈八或十英寸时，次级线圈导线的末端喷发出大量猛烈的火花，并从橡胶柱子上蹿过。当我手中的金属接触到导线时，火花熄灭了。现在在我的手臂中流过了一个每秒振动约百万次的强大电流。我能清楚地感受到周围的静电力，在其作用下，漂浮的空气分子和尘埃微粒猛烈地击打着我的身体。这种微粒的骚动是如此强烈，以至于当灯关掉时你能看到我身体的某些部分出现了微弱的光流。光流击打到身体的任何一处，都会产生针刺般的疼痛感。如果电压足够高然而振动频率很低，那么皮肤可能会因巨大的张力而破裂，血液则可能会因巨大的压力而像细到看不见的喷雾那样喷射出来……
>
> 我现在像刚才那样一手持金属物体接触线圈的一端，而用另一只手靠近［连接到线圈另一端的］铜球，这样就能让大家都看到这些光流……空气……更加猛烈地骚动起来，并且你现在能看到光流从我的指尖及整只手喷出……光流没有带来特别的不便，只是指尖的末端感受到有烧灼感。[3]

在演讲的剩下部分，特斯拉系统地讨论了基于静电、阻抗、谐振及高频的效应来用电产生光的不同方式。特斯拉在由振荡变压器所产生的强磁场中挥动着不同形状的管子，造成了“奇妙美丽的效果……飞旋的管子发出来的光看起来就像是月光之轮的白色辐条”。在表演接近尾声的时候，特斯拉手持一盏磷光灯，并宣布说，他将通过让另一只手接触振荡变压器来点亮这盏灯泡。特斯拉回忆说，当灯发出光时，观众们是如此震惊，以至于“两边高处的走廊发生了踩踏，他们都冲了出去。他们以为这是魔鬼在起作用，就跑掉了。我的实验就是被这样看待的”。[4]

演讲结束后，特斯拉被数百位圣路易斯的头面人物簇拥在大堂里，他们冲上来问候他，并起劲地跟他握手。特斯拉不太喜欢拥挤的人群，对这种势头感到招架不住。按照《纽约时报》的说法，他在圣路易斯“原本预期只是一场电气技术专家的小型聚会，而现在，尽管他勇敢地通过了考验，但这种事他打死都不会再试多一次”。[5]

实验无线传输

尽管特斯拉 1893 年的演讲与他之前的演讲在很多话题上是重复的，然而不同的是，他在这次演讲中首次概述了他对无线传输的希望。他评说道：

> 我想就一个时常萦绕在我头脑中并且事关所有人福祉的主题说几句话。我要说的就是把可分辨的信号或者甚至可能把电力传输任意距离而不使用导线这件事……我对此深信不疑，不再把能量或信息传递的计划看作仅仅是理论上的可能性，而是把它看作一个严肃的电气工程问题，这个计划总有一天能被实现……一些技术狂热者坚信，通过空气感应把电话信号传输任意距离是可能的。我的想象还没有走到那么远，不过我坚决相信，以强大的机器来干扰大地的静电条件并进而传输可分辨信号是可行的，而以此传输电力也可能可行。事实上，有什么理由反对这个计划的实施呢？现在我们知道电振动是可以通过一个导体来传输的。那么何不试着把大地这一导体用于同样的目的呢？[6]

对特斯拉来说，无线传输并不意味着采用赫兹发现的波，而是要通过大地来发送电力。我们已经看到，他先前的实验揭示了如何利用高频电流来为通过一根导线连接到振荡变压器的电灯或电动机供电。特斯拉想知道，既然大地也是一个导体，那么何不把变压器和电灯都接地，并通过大地来发送电流呢？这样做，他就能消除已有电气网络中所有昂贵的铜线。

特斯拉本打算就其利用大地的想法再说多一些，他已经花了很多时间写就了

一份宽泛描述无线电力和信息传输计划的文稿，并在其中大胆推测了无线传输的未来潜力。然而，在最后一刻，他害怕会吓跑潜在的投资者，就没有继续评说下去。特斯拉后来解释说："我已经精心准备了一篇关于无线系统的文稿，详述了它的各种手段和未来前景，但是约瑟夫·韦茨勒先生和其他朋友强烈反对把它当场发表，因为在保守商人的眼里，我文稿中这种看似无中生有牵强附会的推测会对我不利。因此，在我原本想说的当中就只有一小部分体现在我的演讲中。"[7]

虽然特斯拉对于在公众场合谈论通过干扰大地的电气条件来传输信息和电力表现谨慎，但不管怎样，他还是在 1893 年开始忙于追逐这一梦想。特斯拉写道："非常重要的一点是，先要知道大地的［电］容量是怎样的？充电后它所包含的电荷情况是怎样的？"[8]

为了回答这些问题，特斯拉想起了其共振的新理念。就像有可能产生出一个频率刚刚好的声波，让高脚杯发生共振并进而破裂一样，特斯拉发现也有可能产生出特定频率的电磁波，并进而创建一个以同样频率响应（即谐振）的接收电路。为创建调谐电路，特斯拉对线圈和电容器的部署进行了调试，以使得发射器和接收器中的电感和电容互相匹配。[9]

现在特斯拉开始采用谐振来研究高频电流如何流经大地，并找回了他在 1891 年秋组装起来的装置（参见图 7.3）。这一次，他的高频发电机和振荡变压器还是充当发射器。在第五大道南市中心的实验室里，他把振荡变压器的一端接地到自来水总管道，而把另一端接到屋顶上"一个大表面的绝缘体"（我们可以称之为天线）上。接收器由几个电容器和一个电磁继电器组成。当电容器被调节到与发射信号的频率匹配时，继电器就会导致一根拉紧的导线振动并发出嗡嗡声（图 10.1）。特斯拉把这些部件置于一个木箱中，这样他就能把接收器夹在胳膊下携带。[10]

特斯拉让发射器在实验室中运行着，自己则带着接收器走遍了曼哈顿，并不时地停下来把接收器接地，看看它会不会发出嗡嗡声或者说能否检测到发射器发出的振荡电流。他经常会带着接收器去往市郊方向的格拉克酒店，并发现在那里能检测到电流，那里距离实验室大约 2.09 公里。

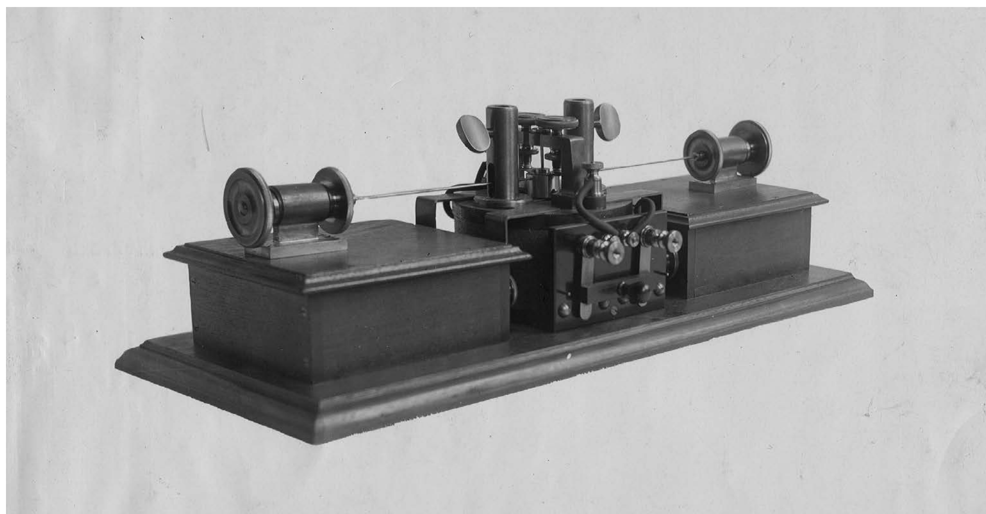


图 10.1　19 世纪 90 年代中期特斯拉用于检测电磁波的接收器

图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

然而，特斯拉在从实验室到酒店的传输实验中变得沮丧起来，因为尽管发射器在实验室中运转正常，但在酒店中他也经常检测不到信号。特斯拉发现发射器产生的波不是在一个频率上，而是在几个频率上。特别是，其所产生的每一振荡的持续时间也不同，这就使得很难把接收器调谐到正确的频率上。这种频率的变化是由驱动发电机的蒸汽机速度的微小变化所致的。[11]

振荡器

为了克服这一问题，特斯拉设计了一个新的交流发电机。特斯拉建造了一个采用往复式活塞的发电机，而不是（像在典型的发电机中那样）通过让线圈在磁场中旋转来产生电流。他的这一新发电机的灵感可以追溯到 1884 年。抵达美国后不久，特斯拉参观了由费城的富兰克林学会所组织的国际电气展。在展览会中，他玩过一个带手柄的厚铜垫圈，参观者可以通过操控手柄在强磁场中移动垫圈；由于磁场会在移动的垫圈中感应出涡电流，参观者会感受到与他们操控垫圈相对抗的机械阻力。在移动垫圈通过磁场时，特斯拉意识到有可能就用导体的这种往复运动来创造出一个发电机。[12]

为此，特斯拉把一个活塞发动机跟发电线圈和磁场组合在一起。当蒸汽或压缩空气驱动活塞来回运动时，连接到活塞的轴使发电线圈通过磁场（图 10.2）。通过使用高压压缩空气以及保持短的活塞冲程，特斯拉就能够使线圈的运动远远快于传统旋转发电机中的情况，并因而产生出其频率高于之前所可能的电流。此外，这个往复式发电机所产生的振荡是完全等步的，因此特斯拉吹嘘说这些振荡能用来运行钟表。[13]特斯拉称这台新机器为振荡器，并于 1893 年 8 月和 12 月提交了涵盖多个版本的专利申请。他在芝加哥世博会的一个演讲中公布了这项新发明。[14]

特斯拉发现这个新发明的机器提供了他的高频实验所需的精准的振荡，于是在第五大道南的实验室中安装了一台以 350 磅压力运行的这样的机器。特斯拉能用这个振荡器为 50 盏白炽灯、几个弧光灯和各种电动机供电，并经常展示给实验室的访客看。[15]

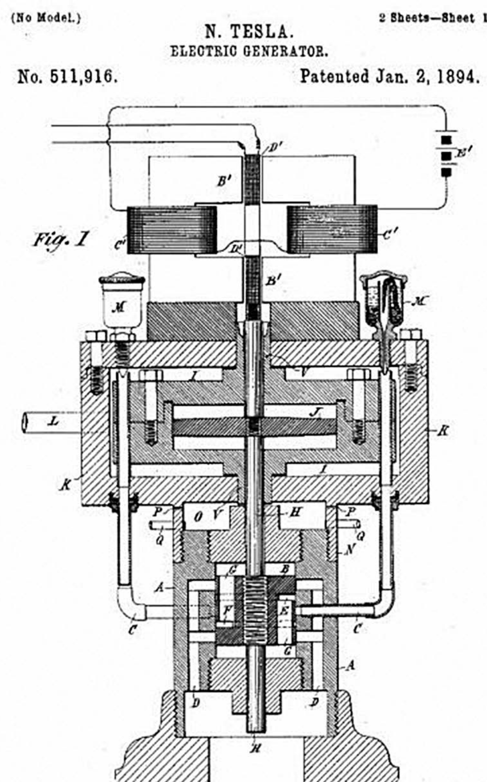


图 10.2　特斯拉的振荡器，或蒸汽机–发电机组合

该设备由三个单元组成：顶上是发电机，中间是空气弹簧，而底下是蒸汽机。这三个单元都被连接到在中心运转的轴上。当蒸汽（或压缩空气）被引入到蒸汽机的气缸当中时，主轴上的一个活塞向上移动，并推动另一个截面更大的活塞，这构成了一个空气弹簧。这个更大活塞后面的空气被压缩形成一个缓冲，并最终反推两个活塞，进而使（中心）主轴的运动方向发生反转。随着主轴上下运动，发电机线圈在电磁场中移进移出，从而产生电流。

图片来源：NT, “Electrical Generator,” US Patent 511,916 (filed 19 Aug. 1893, granted 2 Jan. 1894).

然而，特斯拉很快就意识到，可以把振荡器作为一个针对发电站所浪费能量的解决方案来宣扬。他估计实际上煤炭中仅有 5%的潜在能量被以光或动力的形式交付到消费者手中，而剩下的 95%是因锅炉和蒸汽机的低下热效率、蒸汽机和发电机连接皮带所引起的机械损耗以及变压器和配电线路的电损耗而被损失掉的。其他发明者可能会致力于提升发电系统中每一部件的效率，而特斯拉更喜欢找出问题的核心，并用尽可能少的部件来把蒸汽转化为电能。因此在振荡器中，他努力消除所有那些常见于蒸汽机中然而多余的部分（飞轮、控制阀和调速器），因而其振荡器“就像是一个穿得不能再少的职业拳击手，身上的每一磅都不可或缺”。由于有了振荡器，特斯拉预言说：“我们手中很快就能拥有一种从煤炭中产生出两倍于当前所能产生电力的方式。”[16]

特斯拉在对其振荡器做出上述断言的时候，显然是希望这能成为他可出售的另一项重大发明——希望有一个企业家能买下他的专利并把振荡器作为一个独立的产品来开发。然而，工程界并未被特斯拉的振荡器所打动，因为发电厂中的往复式蒸汽机的最有前途的替代物是蒸汽涡轮机，而它已经被英国的查尔斯・A. 帕森斯（Charles A. Parsons）和瑞典的古斯塔夫・德拉瓦尔（Gustaf de Laval）发明出来了。[17]涡轮机属于旋转机，能直接与已有的发电机配套使用，因此它可能比特斯拉的振荡器更有效，而最重要的是，它能被提升功率以为更大的发电机提供动力。尽管特斯拉在接下来的几年里继续宣传振荡器，不过在芝加哥世博会上他可能也听取了一位著名工程师的建议。这位工程师在听了特斯拉关于其神奇的振荡器的演讲之后对他说：“好吧，不要在蒸汽机上下功夫了。你已经在电方面做了一些事情。如果你坚持在电上，你会做得不错，但如果你在蒸汽机上下功夫，你注定会失败。”[18]

火花隙、胃病与人工地震

特斯拉在工作于振荡器的同时，也进行了另一组与照明系统开发有关的实验。在去欧洲之前，他的高频工作主要集中在开发新电灯以取代爱迪生低效的白炽灯。

为了给新电灯供电，特斯拉打算以他新的振荡变压器来取代传统交流变压器；事实上，他的第一个有关振荡变压器的专利就是为一个电气照明系统服务的。[19]

但是为了创建一个可用的照明系统，特斯拉必须对连接到电容器的火花隙做一些改进。在振荡变压器中，火花隙发挥着行使电容器释放机制的重要作用。最初的火花隙是由两个彼此靠得很近的抛光的黄铜球构成的。在电容器一个充放电周期开始的时候，电流不能跳过两球之间的间隙，因而电荷累积在电容器中。一旦电荷足够多，堆积起来的电荷就会电离黄铜球之间的空气，并且就会有火花跳过间隙。当电流以火花的形式冲过间隙时，电路中也会辐射出电磁波。一旦电容器中的电荷被耗尽，火花就会熄灭，而充放电周期会重新开始。当然，为产生高频波，充放电周期每秒钟会发生数千次。

当特斯拉在研究就像赫兹用过的那种普通火花隙时，他意识到发射器所产生的电磁波序列是不稳定的，这是因为黄铜球之间的空气会不时地被电离，并持续会有弧光形式的电流流过。在火花隙中有这样的弧光效应是不受欢迎的，因为它意味着电荷在电路中流走了而不是累积在电容器中。因此，要想创建更规则的波列（甚至包括提高所产生的频率），就必须对火花隙中的条件进行仔细控制。[20]

为让发射器产生出更规则的电磁波序列，特斯拉尝试了以各种设备来充当火花隙。由于当强永磁铁靠近时火花会熄灭，因此他打造了一个控制器，在其中火花隙与一个马蹄形磁铁垂直。特斯拉接下来尝试了几种位于两个可调节轮子之间的火花隙（后来被称为猝熄火花隙）。他还实验过把火花隙中的空气替换为氢气之类的气体，这类气体更容易被电离，因而能使火花跳得更频密；后来丹麦无线电先驱瓦尔德马尔・波尔森（Valdemar Poulsen）就此获得了专利，这个设计就被称为波尔森弧光灯。[21]

特斯拉也尝试了通过采用类似于前述蒸汽机–发电机组合中的机械振荡器来调整发射器所产生的波。最初他在这个振荡器中采用了需要几吨压力才会被压缩的超强钢弹簧，并仔细地用一个被蒸汽或压缩空气驱动的活塞来提供这种压力。然而，当特斯拉为了得到高频振动而加大蒸汽或空气的压力时，他发现钢弹簧断了，因此他把钢弹簧替换为空气弹簧。在空气弹簧中，当空气柱被压缩然后被释

放时，活塞就被反推回来。[22]（空气弹簧工作方式更完整的描述，参见图 10.2。）

尽管这个机械振荡器不是特别适用于调整无线电灯系统中的发射器，特斯拉还是为之着迷。他后来在 20 世纪 30 年代回忆说：

> 我先前安装了……一个机械振荡器，目的是用它来准确地决定各种物理常数。这个机器被垂直固定在一个由弹性垫支撑的平台上，在压缩空气的作用下，它产生了绝对等步的振荡，也就是说，每个振荡有着严格相同的时间间隔……有一天，在我正在观察的时候，我不小心踩上了平台，机器传到平台上的振动也传到了我身上。我感受到了一种离奇的愉悦感，就让助手们也试一下。他们试了，也像我一样困惑而又满足。

然而，突然之间，特斯拉和助手们不得不处理一下本能的呼唤："我们当中在平台上待得太久的一些人，感受到一种必须马上被满足的无法形容而又迫切的需求"，即冲到厕所里大解。然而，从不错失新机会的特斯拉在其中看到了他的新发明的一个应用，因为他意识到是快速振荡在帮助食物快速通过肠道，那么振动平台可以用于治疗消化系统疾病。"我意识到了一个惊人的事实"，于是"我与助手们开始实践**机械疗法**。我们以前习惯于快速吃完饭就冲回实验室，结果落下了消化不良和各种胃病、肝胆疾病、便秘、肠胃胀气和其他不适。所有这些都是不规则生活习惯的自然后果。但仅在应用了一周之后，我改善了技术而助手们也学会了如何让治疗发挥出最大优势，各种形式的疾病就都神奇地消失了。在将近四年的时间里，在我们用这台机器的时候，我们的健康状况都极好"。[23]

除了助手之外，特斯拉还邀请实验室的参观者尝试机械疗法，其中包括马克・吐温。特斯拉在塞尔维亚的成长时期读过吐温的书，并且可能是在德尔莫尼科的晚餐中或者是在玩家俱乐部（The Players）认识吐温的（参见第十一章和第十二章）。

从吐温这一面来说，他之所以会对特斯拉感兴趣，是缘于他与自动排版机的发明者詹姆斯・W. 佩奇（James W. Paige）的过往。吐温沉迷于使用机器为书籍和报纸排版的可能性，认为那种机器将会价值数百万。他在 1880 年首次听到佩奇

的发明，就马上投资了 5000 美元助其开发。到 1887 年，他已为排版机累计投资了 50 000 美元，并且每月继续投入大约 3000 美元。但除了要仿造出人工排版机的行为之外，佩奇还有意用电动机来为他的机器提供动力，并于 1887 年说服吐温再特别为开发电动机投资 1000 美元。吐温记道："我们尝试了直流电，但失败了。我们想尝试交流电，但没有设备。"因此当吐温知道特斯拉完善了交流电动机时，他非常兴奋，并在 1888 年 11 月的日记中记道："我刚刚看到了一个电机的图纸和描述，这个电机后来被一位特斯拉先生申请了专利并卖给了西屋公司，并且它彻底改变了整个全球电气业。这是电话发明以来最有价值的专利。图纸和描述在每一个细节上都表明这正是佩奇在四年前差一点就发明出来的**那台**机器。"[24]

19 世纪 90 年代早期的某个时候，吐温成了特斯拉实验室的常客，他在那里尝试了特斯拉的机械疗法。特斯拉回忆说："他刚来实验室时身体情况很糟，经受着各种痛苦和危险的疾病。不过在短短两个月之内，他就恢复了往昔的活力以及尽情享受生活的能力。"[25]

为更好地了解共振，特斯拉几年后在休斯顿街的实验室用机械振荡器进行了另一项实验，结果导致了人工地震。到那时，他已经开发出了一个"能放在大衣口袋中的"小得多的版本。他解释说：

> 我在做振动实验。我开着一台机器，想看一下能否使之与建筑物的振动谐振。我逐步提高机器的振动频率。这时听到了一个特别的断裂声。
>
> 我问助手哪来的声音。他们不知道。我把机器的频率提高了几个等级。这时听到了更大的断裂声。我知道我就要接近钢建筑的振动频率。我把机器的频率又提高了一点。
>
> 突然之间，地上所有的重型机械都飞动了起来。我抓起一把锤子，打破了机器。不然的话，整栋建筑就会在几分钟之内一下子塌掉。外面的街上一片混乱。警察和救护车都来了。我告诉助手什么都不要说。我们告诉警察那肯定是一场地震。那就是当时他们所了解的全部情况。[26]

无线电灯系统

不过，尽管摆弄机械振荡器很有趣，但它不是特斯拉完善无线照明系统所需的解决方案。因此，在 1893 年，他还设计出火花隙的另一个替代方案，也就是在火花隙两端之间插入一个风扇或旋转涡轮。火花会在静止终端与涡轮叶片之间跳跃，而在涡轮快速旋转的作用下，火花的发生会更短也更快。为使叶片和终端之间弧光效应发生的机会最小，特斯拉把整个火花隙浸在油罐中；通过把油泵过油罐，油的流动会带动涡轮叶片旋转以使火花发生断续。采用这个电路控制器，特斯拉就能够产生出范围在每秒 30 000—80 000 次之间的频率。[27]

特斯拉对于这个新的电路控制器非常自豪，并于 1893 年 8 月为之提交了专利申请。然而，他还拿不准这个控制器对于无线电力和信息传输的全部潜力，直到他在芝加哥世博会把它展示给著名物理学家赫尔曼・冯・亥姆霍兹。特斯拉在对亥姆霍兹展示了这项发明并表达了他希望将之用于无线传输之后，问道："阁下，你认为我的计划可以实现吗？" 这位杰出科学家回答说："为什么不？当然可以，不过你得先把设备做出来。" [28]

在亥姆霍兹的鼓励下，特斯拉加倍努力以理解振荡变压器中电容器在控制电路作用下快速充放电过程的本质是什么。特斯拉从对这一现象的研究中认识到，他的设备的作用相当于是在电气领域对打桩机作了模拟。就像当打桩机中的桩锤被抬得越高时累积的能量会越多一样，你也可以控制电容器使其每一充放电周期累积更多的能量。又如同你可以突然释放打桩机以便在一次向下击打中就用出全部累积的能量一样，你也可以在很短的时间间隔内释放电容器的电荷并发出大量的电能。特斯拉解释说："例如，如果［为交流发电机提供动力的］发动机是 200 马力的，而我让能量每间隔一分钟以 5000—6000 马力的功率从发电机中输出，那么我就能把这些能量储存在电容器中并使放电瞬间功率达到几百万马力。" [29]

为了让参观者直观感受到他的振荡变压器的电容器能累积多少能量，特斯拉有时会

> 让几千马力功率的能量通过他的设备，然后把一张厚锡纸放在棍子上并靠近线圈。锡纸会融化，然而不只是会融化，而且是还没化完就消失了。整个过程发生在极短的时间之内，跟一枚炮弹打出去的时间差不多。我把锡纸放在那里的瞬间就发生了爆炸。那是一个震撼人的实验。但其实它只不过是展示了电容器的力量，而那时我很鲁莽，为了向参观者展示我的理论是正确的，我会把头伸进线圈里并且没有受伤；不过现在我不会再那样做了。[30]

当特斯拉理解了如何利用振荡变压器来集中电力，他就意识到他现在能通过修改分配电路来在一个房间内无线传输电力并点亮电灯。在之前的专利中，特斯拉把振荡变压器连接到另一个变压器并进而向电灯分配电力。但现在，由于电力的集中度更高，甚至他把这另一个变压器的两个绕组分开三或六米，他也能在它们之间传输电力（图 10.3）。

在新无线照明系统的发射侧，现在特斯拉用振荡器向一排电容器充电，这些电容器进而被连接到环实验室主厅（12×24 米）一周的一条粗电缆。线圈也可以只由一圈导线构成，这里的大电缆取代了先前第二个变压器中的初级绕组。在接收端，特斯拉用一个一米高的线圈取代了先前第二个变压器中的次级绕组（图 10.4）。

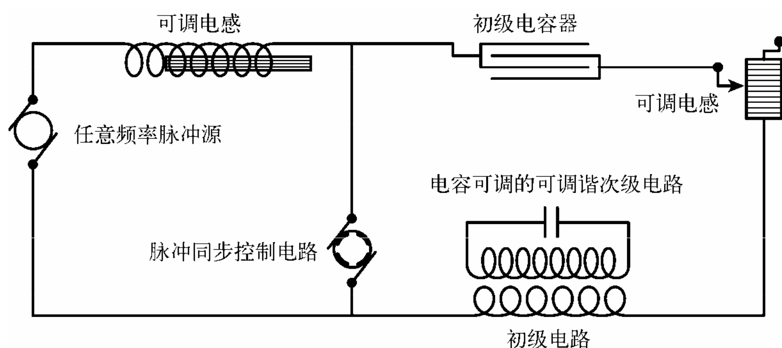


图 10.3　特斯拉 1894 年左右在第五大道南实验室中用于向电灯提供无线电力的电路

在实践中，上图中所示的初级电路是沿主室一周铺设的一条粗电缆，而次级电路是图 10.4 中所示的可移动的线圈。

依据以下资料重绘：NT, “True History of the Wireless,” p. 29.



图 10.4　特斯拉 1894 年左右在第五大道南实验室中使用的谐振变压器中的接收线圈

图片来源：TCM, “Tesla’s Oscillator and Other Inventions,” *The Century Magazine* 49:916–933 (April 1895), Fig. 10.

接收线圈下装有脚轮，因而能在主厅里来回滚动以找出在哪里工作效果最好。更重要地，它能被调节到与发射器相同的频率以发生谐振。现在能量不再像在哥伦比亚学院和皇家学院演讲中那样在两块金属板之间传输，而是在两个线圈之间无线传输。[31]

特斯拉于 1894 年 2 月完成了系统的完善工作，并在一个面向朋友、特定专业团体和几名记者的盛大的私人展示中作了展出。[32]其中一位幸运的记者这样描述了这次经历：

> 在听到特斯拉先生说他有个惊喜在等着我时，我有些困惑地看了一眼。他一说到就马上做到，从工作间里叫来了几个雇员并下了一连串急促的命令，我努力去听但也没听明白。然而，顷刻间门被关上了，窗帘

> 也被拉下了，直至每一个能透光的缝隙都被遮住了，而整个实验室就沐浴在绝对无法穿透的黑暗中。我怀着浓厚的兴趣期待着事情的发展。
>
> 就在不到一分钟的时间里，精致美丽的发光标识和来源神秘的设备开始在我面前以惊人的频率闪烁。它们有时候看起来是彩虹色的，而一会儿耀眼的白光又占了上风。
>
> “抓住”，一个声音说，而我感到一个手柄样的物品被猛地放在了我的手里。然后我被轻轻地带着向前走并被告知要挥动手柄。我照做了，并认出了在我眼前燃烧的“Welcome”［欢迎］字样。不幸的是，那时我完全无法领会到其中所隐含的这种亲切致意。
>
> 在我还没有完全缓过来之前，一只手靠近了我的手，我感到指尖被轻轻地刷过。我即刻体验到了一种尖锐的刺痛感，并伴随着看到了短暂的让人惊讶地说不出个所以然的焰火显示，那时我脑子里尽是可怕的绝望。当重新见到了日光，我也恢复了几分平静，我对于这些奇妙实验的意义有了一些认识，这些实验可以说是在某种程度上预示着电灯的未来。[33]

这位记者随后了解到，他所看到在黑暗中被点亮的“来源神秘的设备”不过是特斯拉所设计的许多电灯中的一部分样本：一些是充满低压气体的管子，而另一些有磷光涂层（就像现代荧光管），不过都没有灯丝（图 10.5）。特斯拉相信，是从变压器中发出的振荡（或者如他常说的，静电“推力”）把能量装载到两个线圈之间的以太中。由于灯管中只有相对少量的气体分子，所以分子很容易被“推力”激发并导致发光。由于发射器或接收线圈都没有接地，因此能量不是通过大地，而是以静电“推力”或电磁波的形式在以太中移动的。

为防止有人认为无线照明计划只对这些新灯管有效，特斯拉还演示了如何用他的装置为普通白炽灯供电。为此，他把一个标准 16 烛光电灯连接到房间中间谐振线圈的终端上，这个普通电灯也能被发射器所产生的能量来无线供电（参见图 10.4）。

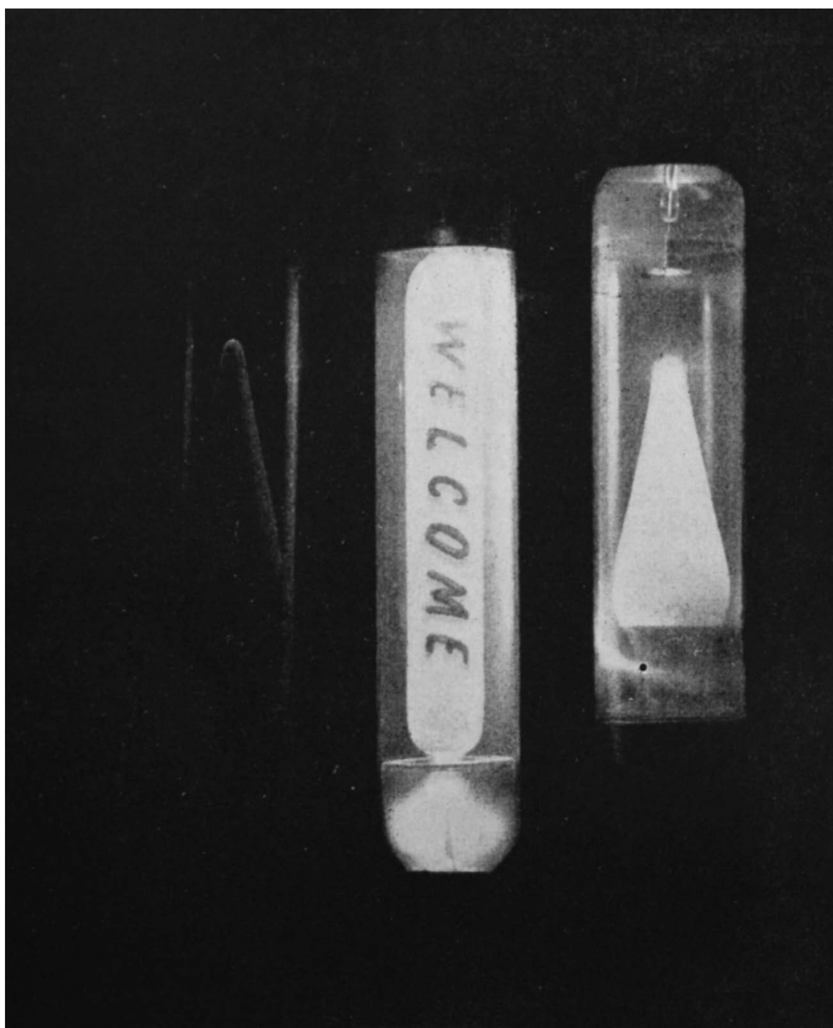


图 10.5　“光化值测试中的三盏磷光灯，拍照时未使用其他光源。”

图片来源：TCM, “Tesla’s Oscillator and Other Inventions,” *The Century Magazine* 49:916–933 (April 1895), Fig. 5.

在这些日益精巧的演示中，特斯拉对于无线照明系统的潜力越来越有信心，并相信它能与当时占支配地位的爱迪生白炽灯系统一较高下。事实上，特斯拉在 1893 年 11 月给舅舅写信时可能也一直在想着他的无线照明系统：“我刚刚完成了一项伟大的新发明！我在各方面都取得了圆满成功，除了钱。最终的成功指日可待。”[34]

第十一章

倾力推广

（1894—1895）

> 你很难想象我在这里的科学界当中所受到的尊重。一些有识之士纷纷来信鼓励我坚持到底。他们说，受过教育的人大把，然而有想法的人不多。他们的话激励了我，而不是令我对工作分神。我已经收到了许多奖项，而且还会收到更多。最不可思议的是，我最近还收到了爱迪生的一张题词为“爱迪生致特斯拉”的照片。
>
> ——特斯拉致舅舅佩塔尔·曼迪克，1893 年 12 月

到 1894 年，基于高频研究，特斯拉研发出了一个新的电气照明系统以及一个新的蒸汽动力振荡器。现在是时候开始推广这些发明以便为所获专利吸引新客户了。正如五年前与佩克和布朗一起在交流电动机上所做的那样，现在特斯拉开始着手形塑人们对这些新发明的期望——幻象。为此，特斯拉决定要树立其作为顶尖电气发明家的声望（图 11.1）。

人们很容易会以为，有了个人成就，技术与科学声望就会自动获得。然而，就像技术和科学的任何其他方面一样，声望其实是由个人和团体积极建构出来的。特别是，个人可以利用特殊的时空资源（文化）来帮他们建立起可靠的声誉。[1]

在 19 世纪的最后二三十年间，发明家或科学家要想在美国建立起可靠的声誉

是特别困难的。美国内战之后的几十年里，人们对于职业与社会角色有着巨大的不确定感——任何人想成为律师、医生或工程师，只需宣称自己是该领域的从业人员并开始他们的业务。没人清楚应该适用什么样的规则：从业人员要有大学学位或其他证书吗？要加入专业组织吗？需要发表论文或以某种其他方式展示其专业技能吗？成为权威意味着什么，而有名望又意味着什么？[2]

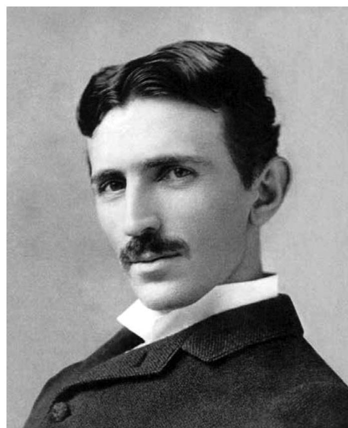


图 11.1 1894—1895 年间的特斯拉
图片来源：Library of Congress.

确实，各领域的组织很快就开始建立标准并澄清各自学科的专业角色，不过这项起始于 19 世纪 70 年代的工作直到 20 世纪 10 年代才完成。[3]与此同时，在标准尚未形成的几十年里，个人可以利用美国文化的不同元素来自由地尝试如何形塑自己的专业角色。

在这一章里，我们会看一下特斯拉是如何在朋友的帮助下形塑自己的声望的。他现在所造就的形象是一个聪明甚至古怪的天才。特斯拉热衷于炫耀他的无线电灯，并且常会在德尔莫尼科晚餐之后邀请名人们去他的实验室看深夜演示。就像报纸记者们在 19 世纪 70 年代曾经在门洛帕克报道了爱迪生的功绩，在 19 世纪 90 年代他们也涌入了特斯拉的实验室以报道他那些惊人的发现。跟爱迪生一样，特斯拉也乐于讲述关于其发明的生动故事并许诺这些发明一定会有了不起的结果。

T. C. 马丁策划出书

特斯拉的推广努力在很大程度上受助于他与托马斯·康默福德·马丁（1856—1924）的交情，马丁是业内顶尖的电气周刊《电气工程师》的编辑。马丁在 19 世纪 90 年代中期充当了特斯拉的宣传经纪人，他在帮助特斯拉建立声望上出力最多。

马丁出生在英国，他童年的一部分时间是在巨轮“大东方号”上游历，那时他父亲在帮助铺设跨大西洋电报电缆。马丁先是学习了神学，后来移民美国，在

门洛帕克与爱迪生一起工作。爱迪生注意到马丁有写作天赋，就鼓励这个年轻的英国人在纽约的报纸上发表关于电话和留声机的故事。1882年他成为了电报期刊《报务员》的编辑，该期刊很快更名为《电气世界》。马丁在做编辑工作期间，于1884年帮助成立了美国电气工程师学会（AIEE），并在1887—1888年间担任该学会的主席。[4]

正如我们先前所见，马丁最早是在1888年4月应邀观看特斯拉在自由街实验室的交流电动机演示时开始接触特斯拉的工作的（参见第五章）。几周后，他安排了特斯拉面向 AIEE 的演讲。马丁和同行编辑约瑟夫·韦茨勒认识到交流电动机是公用设施行业中一个具有突破意义的事物，便合作于1889年出版了一本关于电动机发展的书。[5]

马丁留意到特斯拉无线照明演讲在公众中所引发的日益增长的兴奋感。特别是，马丁一定注意到了就在特斯拉对圣路易斯的全国电灯协会（NELA）演讲之前，一位年轻的企业家额外印刷了很多份包含了一篇特斯拉传记文章的 NELA 小册子，并在特斯拉开讲前就在街上卖出了4000份。据《纽约先驱报》报道，这在“电气新闻史上是前所未有的”。[6]一本小册子都如此受欢迎，那么何不出一本关于特斯拉的书？

因此，马丁和特斯拉 1893 年春开始策划一本包罗特斯拉演讲、发明描述、高频照明工作概要和传记概略的书。1890年在与《电气世界》出版商的一场烦人的合同纠纷之后，马丁选择离开并到竞争对手《电气工程师》那里做编辑工作，他无疑会希望特斯拉的书能帮助把读者从《电气世界》吸引到《电气工程师》。[7]尽管特斯拉可以依赖马丁这个“电气领域最好的作者之一”，他还是发现要写成一本书不是那么容易；然而，他明白这本书对于建立其声望至关重要。正如他向当时回到塞尔维亚家乡的一位表兄弟解释的：“在工作之外，我还要写一本书。它将是异常邪恶的［特斯拉指的可能是困难或吃力］。我打算在其中描述我在多年工作中所思考的各种仪器和设备。我汇集了所有我在杂志上读到过的以及最新的。这本书对我可能有利，也可能有弊。我所追求的是把自己塑造成发明家而不是技师。”[8]

该书于1894年1月出版问世，题为《尼古拉·特斯拉的发明、研究和著作》。

在马丁的建议下，该书被题献给特斯拉的东欧同胞。《纽约时报》的书评指出，把各种素材汇编成此书，“绝对不是一件容易的事”，然而特斯拉和马丁成功地做到了。[9]

特斯拉很激动能有一本总结其工作的书，并热切地把书寄给塞尔维亚的家人、他的朋友以及西屋的前同事。马丁希望是把书拿来卖，而不是送人。他告诉特斯拉：“你［要更多免费样书］的请求实在是太困难了。在我看来，如果匹兹堡的小伙子们喜爱你的话，他们应该会愿意自己为你的书花一点钱。”由于特斯拉是如此热衷于免费送书，他建议“或许你会想要把整个版次都折价买下来”。希望通过出售特斯拉的亲笔签名以挽回些损失，马丁便在结束时开玩笑说：“以后给我写信时，请尽可能多签些名。我的存货已经不多了。”[10]

事实证明，《尼古拉·特斯拉的发明、研究和著作》很受欢迎。第一版在一个月之内就卖完了，第二版到 1894 年底卖完，而第三版于 1895 年 2 月推出。该书在欧洲也像在美国一样受到了好评，而德语版于 1895 年问世。这本书让编辑马丁赚了相当可观的一笔钱，而特斯拉说服马丁把该书的收益借给他，然而却从来没有归还过。因此，几十年后马丁抱怨说：“两年的工作都白费了。”[11]

尽管马丁多年之后颇有抱怨，然而在 1894 年他视特斯拉为一位积极进取的科学名人，并尽其所能地帮助推介这位新魔法师。2 月，他陪同特斯拉去往詹尼·贝蒂尼（Gianni Bettini）在纽约的时尚公寓，詹尼是一位早期的音响发烧友，并对爱迪生的圆筒式留声机做了多项改进。詹尼利用他的社会关系，记录了歌剧歌手、总统和教皇的声音，而马丁很想让詹尼也收录特斯拉的声音。[12]马丁还安排了特斯拉与雕刻家沃尔夫（Wolff）的一次小坐，而沃尔夫则把特斯拉引荐给了 S. S. 麦克卢尔（S. S. McClure）。麦克卢尔正在为其刚刚创办的以自己名字命名的杂志寻找投稿人。特斯拉与麦克卢尔一起用过晚餐，而正如马丁事后告诉他的这位被保护人的那样，麦克卢尔“现在已亲身知道……你是一个了不起的人和一个不错的伙伴”。尽管麦克卢尔很渴望能得到投稿，特斯拉还是拒绝了：“我非常想遵从你那和善的请求，然而我发现目前不太可能，因为我的每一刻都被不可延误的工作占据了。”[13]

“菲利波夫夫妇”：罗伯特与凯瑟琳·约翰逊

然而，马丁为特斯拉所做的最重要的事是，于 1893 年秋把他介绍给了罗伯特·安德伍德·约翰逊（Robert Underwood Johnson，1853—1937）和他的妻子凯瑟琳（Katharine，卒于 1924 年）（图 11.2 及图 11.3）。具有社会名望而又和蔼可亲的罗伯特和凯瑟琳成了发明家最亲密的朋友。

约翰逊生于华盛顿特区，在印第安纳州长大。他在青少年时代做过报务员，有时会从另一个名为托马斯·爱迪生的报务员那里收到消息。约翰逊于 1873 年加入了大众杂志《斯克里布纳月刊》，并机缘巧合在门洛帕克访问了爱迪生以报道他的发明。1881 年，当该杂志变成《世纪杂志》时，约翰逊被任命为副主编，并在 1909—1913 年间担任主编。为增加《世纪杂志》的发行量，约翰逊说服了尤利西



图 11.2　罗伯特·安德伍德·约翰逊与特斯拉在第五大道南的实验室

图片来源：http://teslianum.com/.

斯・S. 格兰特撰写了一系列关于美国内战战役的文章。在马克・吐温的帮助下，他进而说服了这位将军撰写回忆录，该回忆录随后成为一本畅销书。约翰逊于 1876 年娶了华盛顿特区的凯瑟琳·麦克马洪（Katharine McMahon），她的一头红发、爱尔兰血统以及热情似火的个性都深深地吸引着约翰逊。[14]



图 11.3 凯瑟琳・约翰逊
图片来源：
http://www.teslauniverse.com/.

特斯拉很快就能与约翰逊夫妇处得来，并于 1893 年 12 月邀请他们一起欣赏安东宁·德沃夏克的《新世界交响曲》的首次公演。我们的魔法师给罗伯特写信说："一收到你的第一张便条，我就把周六能得到的最好的座位确定下来了。没有比十五排更好的座位了！非常抱歉，我们将不得不使用望远镜。不过我想这对于约翰逊夫人生动的想象力来说反而是好事。晚餐在德尔莫尼科。"凯瑟琳于 1 月 6 日送花给特斯拉作为酬答，那一天是东正教徒庆祝圣诞节的日子。特斯拉向罗伯特提笔写到："我必须要感谢约翰逊夫人漂亮的鲜花。我还从来没有收到过花，所以这给了我一种奇妙的感觉。"作为回报，特斯拉送了凯瑟琳一个克鲁克斯辐射计，他认为"从科学的角度看，那是最美丽的一个发明品"。[15]

在接下来的几年里，约翰逊夫妇经常性地邀请特斯拉去他们位于列克星敦大道 327 号的联排别墅参加晚宴和派对。特斯拉在那里遇到了众多社会与知识界的名流，包括雕刻家奥古斯塔斯・圣-高登斯（Augustus Saint-Gaudens）、博物学家约翰・缪尔（John Muir）、童书作家玛丽・梅普斯・道奇（Mary Mapes Dodge）、钢琴家伊格纳齐・帕德雷夫斯基（Ignace Padrewski），以及作家拉迪亚德・吉卜林（Rudyard Kipling）。在一次晚会上，一位英国女士转身问我们的发明家："那么你呢，特斯拉先生，你做什么工作？"特斯拉回答道："哦，我对电稍有涉足。"英国女士接下来说："说真的，坚持下去，不要气馁。总有一天你能做出点什么来。"[16]

特斯拉知道了约翰逊是一位诗人，就把塞尔维亚诗歌背诵给他听，包括约万・约万诺维奇・兹马伊的《卢卡・菲利波夫》（"Luka Filipov"）。在这首叙事诗

中，兹马伊叙述了卢卡的英雄事迹，以及他在 1874 年塞尔维亚与土耳其之间一场战役中的死亡经过。约翰逊被深深地吸引了，他让特斯拉为《世纪杂志》准备了兹马伊这首诗以及其他诗的英文译本，并把《卢卡·菲利波夫》收录进了他的诗集《自由之歌》。从此以后，特斯拉总是把罗伯特叫作卢卡，而把凯瑟琳叫作菲利波夫夫人。[17]

特斯拉无法在格拉克酒店的单身公寓款待菲利波夫夫妇，就只好让他们参观第五大道南的实验室。罗伯特回忆说："我们经常受邀去见证他的实验。在其实验中，十五英寸长、闪电般闪烁的电火是家常便饭。并且他会用电光管为很多朋友制作照片以作为参观留念。"[18]约翰逊想，既然能把照片作为朋友们的纪念品，那么何不用特斯拉的这个发明拍一些特别的照片，并在《世纪杂志》上"首发"呢？特别吸引约翰逊的一点是，特斯拉把"磷光"（我们今天称之为荧光）用于摄影的尝试（图 11.4）。



图 11.4　"采用磷光拍摄的第一张照片。人脸为特斯拉先生，而光源是他的一只磷光灯泡。曝光时间，八分钟。拍摄日期，1894 年 1 月。"

图片来源：TCM, "Tesla's Oscillator and Other Inventions," *The Century Magazine* 49:916–933 (April 1895), Fig. 3.

马丁撰写的特斯拉传略刚刚出版，约翰逊就建议马丁为《世纪杂志》再写一个特斯拉的故事，其中会包含在这个新光源下拍摄的肖像。[19]马丁欣然同意，不过建议说，他们需要采取预防措施以免照片的消息泄露出去。马丁告诉约翰逊："如果你愿意的话，我会把它们锁起来或放进保险库里，直到出版前的最后一刻。不过我也想拿到一本这个'首发'版做个历史留念。"马丁意识到最可能的泄密源会是特斯拉他自己，因此他得提点一下他的这位被保护人；正如他给特斯拉写信所说的："我想我们应当稍微聊一下，关于不要把你已成功地用磷光拍照这件事暗示给日报。把这个消息泄露几个小时，就会有宵小之徒在报纸上把它登出来……我们要把握先机。我想 R. U. 约翰逊对此也有同感。"[20]

特斯拉听从了马丁对照片不事声张的建议，并着手准备必要的电气设备。正如他在 1894 年 2 月写信给约翰逊所说的：

> 我今天一直都在努力进行重新规划和调整。我想明天我们可以做一些试拍。
>
> 我已为你准备了一只光管，想来到时它应当会发挥良好……我们可以尝试拍一下克莱门斯先生［即马克・吐温］的华美形象。我还没有与摄影师们沟通，因为上午我还得试一些东西。如果都弄妥了，我会即刻让他们知道。你下午四点来就最好了。[21]

摄影师来自曾为《世纪杂志》服务过的托内勒公司。[22]除了马克・吐温，约翰逊还邀请了演员约瑟夫・杰斐逊（Joseph Jefferson）和小说家弗朗西斯・马里昂・克劳福德（Francis Marion Crawford）在照片中亮相。[23]特斯拉让每一个参与的客人手里拿一个大的导线环。当导线环被置于实验室中心的谐振线圈（参见图 10.4）之上时，电流被从线圈中无线传输至导线环，这个电流足以点亮客人两手之间的两三盏灯（图 11.5）。马丁注意到："奇怪的是，这些电流的电压高达电刑中的一两百倍，却没有让实验参与者感到丝毫不适。我们看到克莱门斯先生身上所受的极端高压没有给他带来任何伤害。"[24]

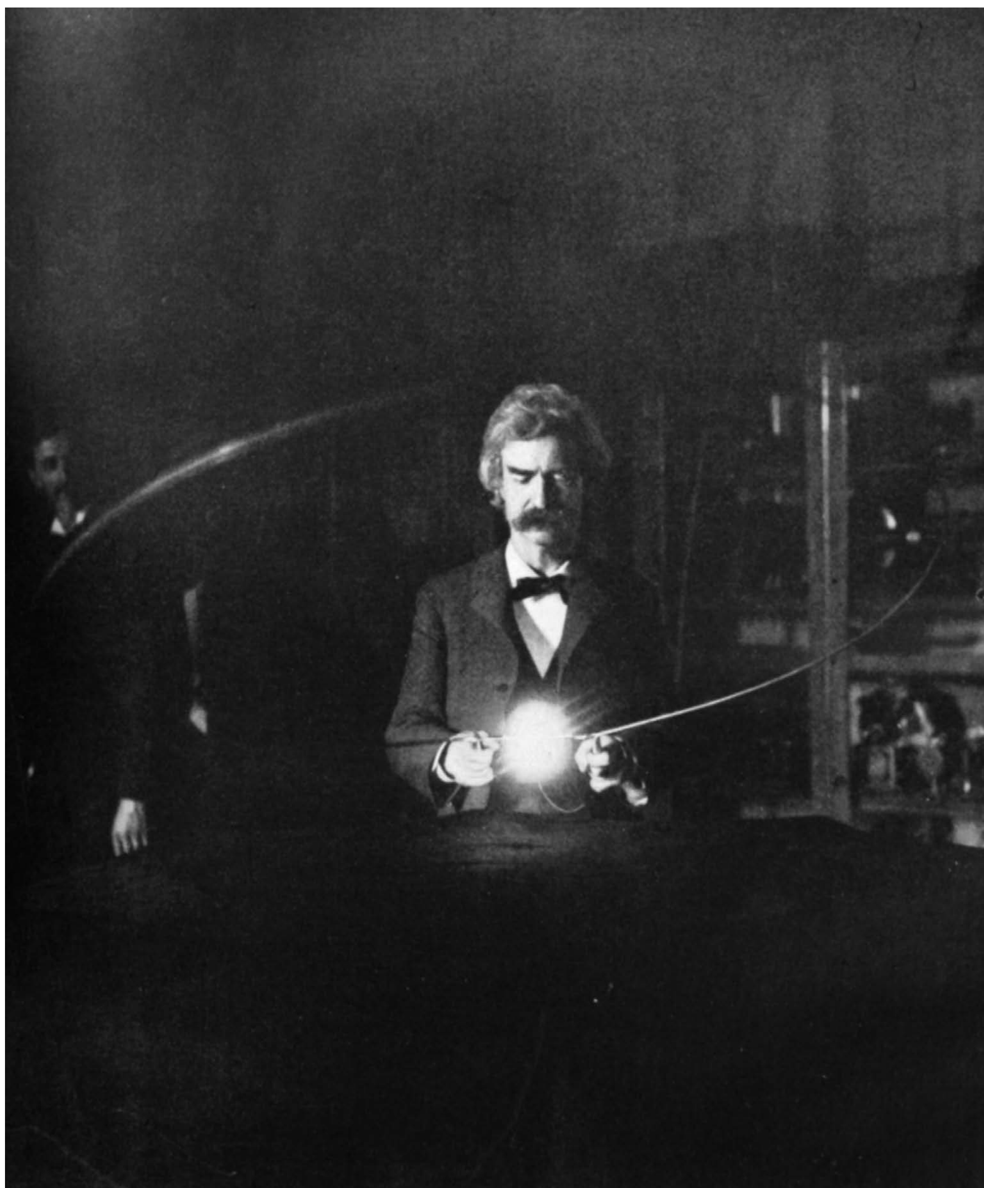


图 11.5　马克・吐温 1894 年在特斯拉的实验室。左侧背景中是特斯拉

图片来源：TCM, “Tesla’s Oscillator and Other Inventions,” *The Century Magazine* 49:916–933 (April 1895), Fig. 13.

当照片从托内勒公司冲印出来时，特斯拉对所有的照片都激动不已。不过他特别喜欢杰斐逊的一张，觉得它“就是非常好。我指的是他独处于黑暗中的那一

张。我认为那是一件艺术品”。为庆祝这个项目的成功，凯瑟琳·约翰逊提议在她和罗伯特去长岛的汉普顿度暑假前于德尔莫尼科举办晚宴。特斯拉对于接受邀请正变得谨慎起来，然而他无法拒绝与他喜欢的这对夫妇共进晚宴：“在德尔莫尼科用晚餐对我来说太奢侈，而我也害怕频繁地偏离我的简朴习惯会让我受到惩罚。我已下定决心不接受任何邀请，不管有多么诱人；然而在这一刻，我想起很快就不再能享受与你们夫妇在一起的快乐（因为我无法跟随你们到你们今夏打算‘露营’的东汉普顿），想与你们共享欢乐时光的这种不可抗拒的欲望驱使我一定要当这次晚宴的座上宾。”[25]约翰逊和马丁已打算好等恰当的时机发布照片，这些照片直到 1895 年 4 月才在《世纪杂志》上曝光。[26]

报上扬名与荣誉学位

1894 年下来，特斯拉开始享受被更多的报纸报道，这非常可能是由于马丁和约翰逊的努力，他们跟各家报纸都有联系。詹姆斯·戈登·贝内特（James Gordon Bennett）的《纽约先驱报》几年以来一直都在报道特斯拉的业绩，不过我们的魔法师现在成了约瑟夫·普利策的《纽约世界报》（在引言中谈到过）、《纽约时报》以及《萨凡纳晨间新闻》专题报道的主角。事实上，由于特斯拉如此受欢迎，有些记者甚至都懒得采访一下发明家，就开始撰写虚假故事。马丁报告说：“例如，媒体的一位年轻女士，为了让故事更加生动可信，甚至描述了自己经历的一场严重的电气伤害，而那只会在全身赤裸的情况下才有可能发生。”马丁向读者保证说，这样的情节从未发生过，而且鉴于特斯拉对女性的疏离，也绝不可能发生（参见第十二章）。[27]

这些专题报道带有特斯拉的肖像，讲述了他的早年岁月，描绘了他的外貌特征，也评论了他的发明风格。在与记者谈话时，特斯拉更像是一位现代职业运动员，他经常试图在夸耀自己的能力（这毕竟是采访的目的）与对成就表示谦虚之间取得平衡。特斯拉告诉一位记者：“我的工作吸引了这么多公众关注，这让我很尴尬。这不只是因为我相信一个比所有人都更爱科学的认真的人应当只让工作为他说话……还因为我担心一些我非常珍视我们之间友谊的科学家会怀疑我热衷于利用报纸扬名。”[28]

特斯拉的专业同行们无疑会怀疑他在讨好媒体，然而他们还是从中得到了他是一位开拓者的印象，他的挑战让他们重新思考了电的本质及可能的新应用。当费城的富兰克林学会 1893 年因其电气照明新形式的工作而授予特斯拉艾略特 ·克雷森金质奖章时，颁奖词中说他已经“发展了一个新的而且是很重要的研究领域，在那个领域的方向上之前少有人涉足。该领域的研究打开了硕果之门，而其中最重要的成果是……产生人工光源或通常所说的‘冷光’的原理。虽然从商业的角度看他还没有把问题解决，但他已经……为最重要最困难问题的解决方案打开了可能之门”。[29]

克雷森奖章之后紧随的是荣誉学位。几所大学都急于认可特斯拉，因为他“在英国与法国时已获誉多多”，而不认可“生活在我们眼皮底下的这位人物”将会很尴尬。其中一个邀请来自内布拉斯加大学，不过特斯拉可能对于中断工作坐长途火车从纽约去林肯市不感兴趣。马丁向约翰逊抱怨说：“我敦促他接受，我也想让你和约翰逊夫人对他施加影响。我猜，现在她的话在他那里比任何女人都管用，仅次于他的姐妹。”[30]

尽管马丁和凯瑟琳都没能说服特斯拉接受来自内布拉斯加大学的荣誉学位，罗伯特还是代表特斯拉给哥伦比亚大学写信说：

> 我想这样说是符合事实的，很少有人……的工作会比这带来更多改善贫苦阶层困难境遇的希望。在过去六个月当中，我对特斯拉先生做了大量了解……我从未听过有在他面前提到而他又不彻底了解的重要科学主题。你一定知道，他与克鲁克斯、亥姆赫兹、开尔文男爵和其他人有着亲密友谊。赫兹是他的朋友……
>
> 就他的文化素养而言，我可以说他通晓意大利语、德语和法语等语言，并广泛阅读了其中最好的文学，他对于多数斯拉夫国家的语言也是这样，更不用说希腊语和拉丁语了。他尤其喜欢诗歌，总是引用莱奥帕尔迪、但丁、歌德，以及匈牙利和俄罗斯诗人的作品。我知道很少有人像他这样具备文化的多样性和知识的准确性。

这样的描述一定会让特斯拉的父亲感到骄傲，而最后约翰逊将特斯拉的性格描述为“超越一般的温和、真诚、谦逊、文雅、慷慨和有力”。哥伦比亚大学相信了约翰逊的推荐，于 1894 年 6 月授予特斯拉荣誉博士学位。随后耶鲁大学也跟着这样做了。[31]

出售专利：尼古拉 · 特斯拉公司

随着报纸和技术媒体上日益增长的报道，加上可以示人的奖章和学位，是时候进行推广策略的下一步了，也就是成立公司以对其专利进行营销和许可。为创建公司，特斯拉找到了爱德华 · 迪安 · 亚当斯。正如我们在第九章所见，亚当斯是推广尼亚加拉水力发电背后的驱动力量。在 1893 年其公司必须为尼亚加拉选择交流电还是直流电的关键时刻，亚当斯听从过特斯拉的建议。

在参观实验室和看了几个演示之后，亚当斯同意推广特斯拉的最新发明，并且他们一起于 1895 年 2 月创立了尼古拉 · 特斯拉公司。亚当斯自诩非常能够帮助特斯拉；正如他的传记作家大肆渲染的，这位金融家曾协助过几个“苦苦挣扎的天才，他们在向爱德华 · 迪安 · 亚当斯征求意见之后，看事情看得更清楚，做事情也更有热情和技巧”。[32]

由于新公司不只是要推广特斯拉最近的高频专利，而且还要推广之前转让给佩克和布朗的那些，因此亚当斯和特斯拉也把艾尔弗雷德 · 布朗拉进来作为公司的一位董事。此外，他们还邀请了另一位尼亚加拉的发起人威廉 · 兰金，以及新泽西州萨米特的查尔斯 · F. 科尼（Charles F. Coaney）担任董事。亚当斯希望他儿子欧内斯特在耶鲁大学完成工程学习之后也加入公司，欧内斯特刚刚发表了一篇关于特斯拉的故事。[33]

尼古拉 · 特斯拉公司打算“制造和销售机械、发电机、电动机等电气设备”，董事们也计划发行股票以使资本达到 500 000 美元。[34]如果这种级别的资本全部被投资者认购，那么它定能提供特斯拉全力发展高频发明所需的资金。然而，这对于进行商业规模的制造来说还是不足够的。因此，尽管声称将制造电气设备，

但尼古拉・特斯拉公司看来只能算是推广策略中的一个棋子。一旦特斯拉的照明系统和振荡器完善起来，那么专利或整个公司将会被卖掉；特斯拉 1892 年对其电动机专利的欧洲专利权便曾这样做过。[35]尽管亚当斯最终在特斯拉公司投资了大约 100 000 美元，不过他非常可能并没有把自己看作投资者，而是把自己看作发起人——通过把特斯拉的技术和其他人的钱组合成一家有吸引力的企业来谋利。[36]亚当斯在华尔街做的正是这个——他擅长重组铁路和其他公司以吸引人们投资。

特斯拉和亚当斯一起等待其他投资者加入尼古拉・特斯拉公司，但没有人愿意入股。为什么在 1895 年前后没人接受特斯拉的发明呢？

在很大程度上，特斯拉是受阻于当时的经济状况。在 1893 年大恐慌之后的五年时间里，美国经济在衰退。19 世纪 90 年代中期，不管是已有的电气制造商还是公用设施公司盈利都不是特别好。[37]如果使用爱迪生直流白炽灯照明系统或西屋交流电力设备的公司都不赚钱，那么投资者为什么还要在特斯拉的下一代高频交流技术上冒险呢？

问题一部分在于经济衰退，另一部分则在于特斯拉自己。既已为出售或许可其发明的目的创立了尼古拉・特斯拉公司，下一步就应当是展示能很容易地把这些发明转化为商业上可行的产品。在这个阶段（通常被称为开发阶段），发明者必须知道什么时候从产生大量替代设计转移到专注于完善最有前途的版本。换句话说，发明者要从发散思维转换到收敛思维。[38]对天才和普通人来说，发散思维都远比收敛思维有趣；把设备做得更可靠、高效和经济所需面对的困难，远没有梦想新的替代品来得更令人愉悦。

我怀疑特斯拉在从发散思维到收敛思维的转换上确实有问题。一位记者便注意到："特斯拉思维中的一项显著才能是奔腾的直觉。你开始向他陈述一个问题或提议，你还没有说完一半，他就已经建议了六种处理办法和十种应对方法。"[39]在 19 世纪 90 年代中期，特斯拉似乎扔掉了对开发来说最基本的工作。在他的演讲中，他从未满足于只是展示他的电灯的几个最有前途的版本；他感到必须展示一打不同的变种。此外，每几个月特斯拉就会让记者参观他的实验室好让他们写一写他的最新发现。特斯拉很可能认为变种之多正传达了他的天才之处，但实际

上这向投资者传递了错误的信息。如果投资者风险投资于一位发明者及其专利，他们需要确信发明者愿意着手从事为创建一个可营销产品所必要的细节工作。

特斯拉的商业伙伴对于他在此时没能从发散思维转到收敛思维也有责任。在交流电动机的开发上，特斯拉在如何申请专利、推介及最终出售发明上严重依赖佩克的指导。不幸的是，佩克于 1890 年突然去世，而那时特斯拉刚刚开始高频交流电的工作。特斯拉的另一位早期商业伙伴布朗参与了尼古拉·特斯拉公司的事务，然而他似乎没有为特斯拉后来发明的开发提供重要的指引。亚当斯和兰金当然都是精明的商人，不过他们实在太忙了，而且他们的专长是在金融，而不是专利策略和工程。因此，没人能帮助特斯拉专注于少数选定的设计，并进而把它们大力推介给投资者和企业家。

从无线照明到谐振电力

为了应对投资者对无线照明系统和振荡器的杳无兴趣，特斯拉开始反思可以用高频交流电做些什么。他决定不是专注于开发某个特定方面，而是扩大努力的范围：他将把视野从照亮几个房间，转向雄心勃勃地照亮整个地球。

尽管参观者对其用磷光灯和振荡变压器所做的不可思议的演示震惊不已，特斯拉现在开始认为这个设备并不代表未来的方向。这里的幻象（种种特效）干扰了人们去完全理解特斯拉头脑中正在演化的理念。特斯拉解释说："他们无法理解能量的这些表现形式，并认为这已经就是真正的电力传输。我告诉他们，这些现象是美妙的，但基于同样原理的传输系统是绝对毫无价值的。这是电磁波的传输。而真正的解决方案在另一个不同的方向。"[40]

各种实际问题促使特斯拉拒绝了用电磁波通过以太或大气传输电力的想法。在实验室建造谐振设备的过程中，把发射器和接收器调节到绝对同样频率的挑战令他大受挫折。马丁注意到："建立'谐振'关系之不易以及谐振被打破之容易，使得这当中经常遇到的重重困难想想都让人头疼……这种调谐是通过改变两个部件中的一个来巧妙达成的，这两个部件，即所谓的[发射与接收电路中的]'电容'和'自感'，主要是用来控制振动的速度……在非常精准的调节中，微小的变化将

会彻底打破平衡，而像在感应线圈中提供自感的一段细导线，也会成为打破魔咒的最后一根稻草。”尽管特斯拉“可以拿起导线，绕成线圈，不用测试就能说出其振动将会是怎样的”，但把两个电路调整到同一频率的困难还是向特斯拉暗示，把这个实验室演示设备转化为可靠的商业系统将会是不容易的。[41]

但从理论的角度，特斯拉也开始怀疑让电磁波通过以太或大气的价值。在这里他更加仔细地观察了将发射器接到天线和大地的实验（参见第十章）。在他的脑海中，当振动能量流经发射器时有两件事会发生：电磁波从天线辐射出去，而电流流进大地。麦克斯韦主张，这种新的电磁波与光波是一回事，因此，就像光一样，这些波也是沿直线传播。但这也意味着波从所有方向进入太空而偏离了接收器。特斯拉评论说：“以射线形式出去的能量是……不可收复的，并无可奈何地丢失了。你可以操作一个小的［接收］仪器去捕获其中的十亿分之一，不过除了这一点点之外，所有能量都进入太空永不返回。”[42]因为如此多的能量被电磁波浪费了，对特斯拉来说研究电磁波意义不大。（当时特斯拉不知道电磁波在地球大气中的传播会经由电离层中被称为肯涅利–亥维赛层的带电粒子层反弹。这一层在1902年被预测存在，并在1924年被探测到。）

特斯拉决定不去关心电磁波，而是专注于发射机所产生的接地电流。毕竟，特斯拉1892年在塞尔维亚遭遇雷暴期间的瞬间洞见是尝试利用大地中的电力。特斯拉想，何不让发射器通过大地向接收器发送电流，并利用大气中的电磁波作为回路呢（图 11.6）？以这种方式利用接地电流，特斯拉相信能从发射器向接收器发送更多能量。

在做出这一决定的过程中，我们看到特斯拉的思维与众不同，因为其他早期的无线先锋（赫兹、洛奇和马可尼）都专注于在空中传送电磁波。这些先锋们偶尔也会把他们的设备接地，不过他们没怎么想过要用接地电流做点什么。[43]正如特斯拉通过颠覆常规做法发明了革命性的交流电动机，现在在无线电力上他看来也是想要通过反转电磁波和接地电流在高频设备中所扮演的角色而获得成功。就像在交流电动机中，他决定让转子而不是定子中的磁场发生变化一样，现在他决定应当用接地电流传输能量，而电磁波只是充当为完成电路所需的回路。

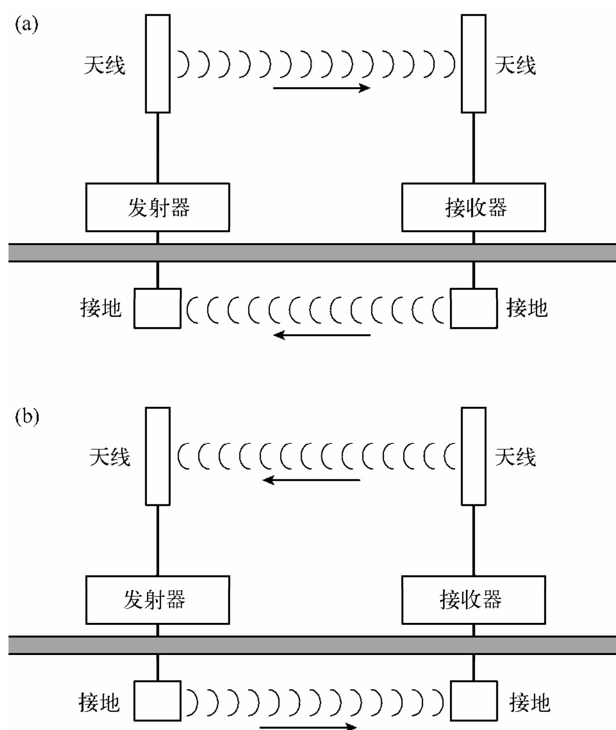


图 11.6　特斯拉在 19 世纪 90 年代设想的无线电力传输，相较于其同时代人的想法

图(a)描述了多数早期研究者（例如马可尼）认为的无线通信工作方式。他们认为发射器产生电磁波，并通过空中发送到接收器。由于接收器和发射器都接地，回路电流会从接收器返回发射器，因此电路是完整的。图(b)展示了特斯拉的设想，在其中发射器通过地壳把振荡电流发送到接收器，然后电磁波通过大气从接收器传回发射器，使电路完整。我们在第十二章将会看到，特斯拉后来决定，通过假设电流能经由上层大气传导来完成接收器与发射器之间的电路。

当然，在许多现代无线应用中（例如 FM 或与飞机通信），发射和接收电路无须接地。特斯拉坚持通过大地和大气回路构成一个完整的电路，这透露出他的想法更多是基于 19 世纪在电力和电报工程方面的实践（它们强调完整电路），而不是基于那时麦克斯韦学派（参见第六章）正在发展而在今天广被接受的电磁理论。与众不同的思考有利也有弊。

特斯拉已经决定最大化接地电流而最小化从设备中辐射出的电磁波，现在他调整了电路中的基本部件、电容器的电容以及线圈所产生的电感。为得到大的接地电流和使电磁波中的能量最少，特斯拉发现最好是在发射电路中采用一个很大的电感和一个很小的电容。[44]

在最初的接地电流实验中，特斯拉用了一个高的锥形线圈，该线圈由来自交流发电机和电容器组的高频电流供电。线圈的一端接地，而另一端悬空。当电源打开时，不可思议的“紫色电光流从大地中涌出，并喷洒向周围的空中”（图 11.7）。[45]

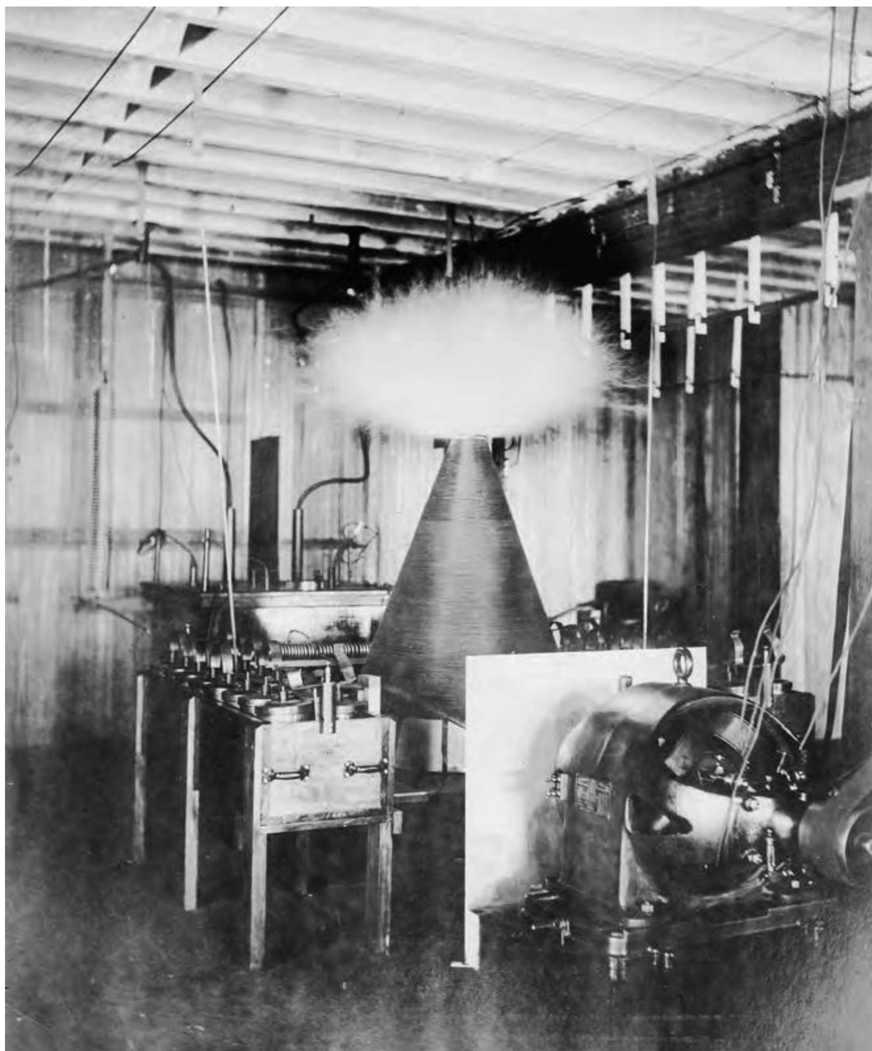


图 11.7　“探知与释放地球电力的特斯拉线圈。线圈上方的紫色电光流，形式上与海藻的细丝类似。而照片中混成一团的效果是由曝光时间过长造成的。”

图片来源：TCM, “Tesla’s Oscillator and Other Inventions,” *The Century Magazine* 49:916–933 (April 1895), Fig. 15.

但到底是什么导致了电光流的涌出？在特斯拉看来，显然是因为他打开了大地中的电能量。如果是这种情况，那么与其只是把电流从地球表面上的一个点发送到另一个点，使用谐振传输电力岂非更好？特斯拉认为，把与地球谐振频率同频的电振荡注入到大地中，就有可能向整个地球广播能量。据马丁说，特斯拉用一个生动的隐喻解释了这个宏伟蓝图："特斯拉用这个线圈所做的，其实就好比是用打气筒把空气泵进一个弹性足球。每打一下气，球就会涨大和回缩。但显然这样一个充满空气的球，当突然涨大和回缩时，会以其自身的速度振动。现在如果每次打气的时间间隔与球的每一次振动协调一致，就能得到强烈的振动或冲击。"[46]在这里特斯拉实现了他在雷暴期间所获得的"敏感触发器"的想法：妥善运用的话，一个小的力就能被用来撬动大地中的巨大力量。特斯拉相信，他不必向大地中注入大量电能，只需用频率正确的少量电能充当触发器，而谐振会完成剩下的事。整个地球就会像隐喻中的足球那样振动，特斯拉很有信心能跨越距离向全世界发送电力和信息。

对特斯拉来说，从线圈中看到紫色电光流是一个庄严的时刻，其中包含着看到改变人类存在境遇的机会所带来的心智上的满足。马丁写道：

> 你可以想象一下研究者［也就是特斯拉］探索到这种独特现象时所感受到的快乐。在事先预见到结果再加上两三年不辞辛劳的耐心探索之后，他终于获得了报偿，得以目睹导线末端喷涌出炽烈光流和闪电般放电的壮观景象，并听到气井般的嘶吼。除了其深层的科学意义及其场景的奇妙魅力，这些效果也为提升人类福利的许多新实现指明了方向。电力与信息的传输只是一个开始，气候条件的改变也许是下一件要做的事。也许有一天我们还会通过利用两颗行星中的电荷，以这种方式产生信号来"呼叫"火星。[47]

第十二章
寻找无线传输新方案
（1895—1898）

火灾与抑郁症

19 世纪 90 年代期间，随着特斯拉公共形象的逐渐树立，他的社交圈子也扩大了起来。除了 T. C. 马丁以及约翰逊夫妇，他还能把马克 · 吐温和约瑟夫 · 杰斐逊当成朋友，而建筑师斯坦福 · 怀特是他的另外一个新相识。怀特是一位莎士比亚学者的儿子，曾师从亨利 · H. 理查森（Henry H. Richardson）学习建筑学。1879 年他跟查尔斯 · 福林 · 麦金（Charles Follen McKim）和威廉 · 拉瑟福德 · 米德（William Rutherford Mead）一起组建了一家公司，该公司后来成为美国建筑史上最著名的公司之一。在布杂艺术运动影响下，麦金、米德和怀特设计了许多那个时代最为重要的公共建筑。怀特自己的杰作包括华盛顿广场拱门、第二代麦迪逊广场花园、波士顿公共图书馆，以及弗吉尼亚大学圆形大厅的修复。怀特还为富豪们设计房子，其中不仅包括罗德岛州纽波特的“度假屋”，还包括范德比尔特家族和阿斯特家族在第五大道南的豪宅。[1]

怀特所设计的另外一个项目就是尼亚加拉主电力站，因此有可能是爱德华 · 迪安 · 亚当斯把怀特介绍给特斯拉的。这位建筑师和我们的发明家成了很好的朋友，并于 1894 年邀请后者加入在格拉梅西公园的玩家俱乐部。该俱乐部由

演员埃德温·布斯（Edwin Booth）于1888年创建，使来自不同艺术领域的演员、作家、雕塑家、建筑师和画家，与银行家、律师和商人聚集一堂。布斯希望通过让艺术家与商业界人士交往，来提高艺术在纽约社会的地位。怀特于1892年搬到格拉梅西公园的联排别墅时，玩家俱乐部成了他最喜欢的俱乐部，因此他要特斯拉加入也就不足为奇了。他问道："你会拒绝我让你成为会员吗？它是一个不算贵的俱乐部，并且我想那里的人的品性你是会喜欢的，还有我知道，在那里不时与你碰面将会给我带来极大的愉悦。"特斯拉立马答应了。怀特在向俱乐部引荐他时说："尼古拉·特斯拉是一位伟大的天才，他是在电方面有所作为的最值得一提的人物。"[2]

此后玩家俱乐部成了特斯拉经常去的地方，他也能在那里顺便见到同是会员的马克·吐温和继任了布斯俱乐部主席位子的约瑟夫·杰斐逊。特斯拉还继续与怀特交往；例如1895年2月，怀特邀请他"来舍下跟艺术家内德·阿比（Ned Abbey）吃个便饭"。作为回请，特斯拉于几周以后在第五大道南的实验室为怀特夫妇及其子劳伦斯做了一场演示。[3]

怀特在参观特斯拉实验室的过程中，可能会发现这位魔法师正在从事四个方向上的研究。一是振荡器（也就是蒸汽发动机和发电机的组合），特斯拉视之为"一个实际上很完美的机器，不过当然，我对之每天还是会产生出很多新的想法"。二是新的无线照明系统，而三"是在任意距离上无线传输信息。至于第四个方向[无线电力传输]，对于每个思及电的本质的电气技师来说，永远都是一个摆在面前的难题"。[4]

不过同时从事四个方向上的研究，也让特斯拉精疲力竭。怀特1895年3月参观期间，看到的一定是一位精力严重透支的发明家。大约也是在这个时期，一位采访过特斯拉的记者是用这种方式描述他的："我猛一看到尼古拉·特斯拉突然出现在我面前……然后似乎极其沮丧地坐进一把椅子里时，我有点震惊。他的外形高而笔挺，枯瘦然而有力，没错，他就是一个斯拉夫人。他的眼睛是清澈的蓝色，嘴巴小而灵动，留着孩子气的胡子。他看起来没有三十七岁那么老。不过那时我的注意力都集中在了他那苍白、突出和憔悴的脸上。随着更近距离的审视，我明

白无误从中读出他正经历着过度劳累和即将达到人类耐力极限之巨大精神压力。”

特斯拉知道自己应当休息，不过就像他向记者解释的那样，他不能停止工作：“亲爱的先生，我很想跟你谈谈，不过我今天感觉很不舒服。事实上，我已完全精疲力尽，然而我不能停止工作。我的这些实验如此重要，如此美丽，如此迷人，以至于我连从工作中抽身去吃饭都很难，甚至当我睡下的时候我都还一直在想着它们。我想我会就这么一直走下去，直到彻底崩溃。”[5]

就是在这种躁狂状态之下，特斯拉经受了一次严重的精神打击。1895 年 3 月 13 日凌晨两点半，他实验室所在的大楼发生了火灾。大火摧毁了第五大道南 33—35 号，特斯拉失去了一切。《纽约先驱报》报道说：“他十年辛劳的研究成果一夜之间化为灰烬。他用上千条导线打造的令人震撼的网络已在大火中扭曲成了分不清的一团。他呕沥其天才头脑令之臻于完美的机器现在成了不成形的东西，装有各种烦琐实验结果的容器也成了一地碎片。”除了仪器，特斯拉还失去了所有的笔记和论文，而他刚刚才把它们带到实验室来整理。特斯拉估计他在实验室里已投入了 80 000—100 000 美元，而令人遗憾的是，他没有买火灾险。[6]

面对如此灾难，特斯拉变得极度抑郁：“位居世界上最伟大电气技师之列的尼古拉・特斯拉，心灰意冷，精神破碎，于昨天早上回到了格拉克酒店的房间里，一头栽倒在床上，再也没有起来。他躺在那里，半睡半醒，整个人彻底垮了。”[7] 朋友们了解到他这种孱弱的精神状态，对他的健康很担心。凯瑟琳・约翰逊在几天没有听到他的消息时，提笔写道：“我亲爱的朋友，今天我更深刻地意识到这场灾难的严重性，对你也愈发担心起来。想着想着就忍不住潸然泪下，可惜这无法通过书信来言表。为什么你现在不来我们这里呢？可能我们可以帮到你，你知道，我们都是富于同情心的人。”[8]

报纸上描绘说，特斯拉的损失对其本人和公众来说都事关重大。正如查尔斯・A. 达纳（Charles A. Dana）在《纽约太阳报》上所写的：“尼古拉・特斯拉工作室及其中各种珍贵物品资料的损毁，不只是一场私人灾难，这对全世界来说都是一件不幸的事。可以毫不夸张地说，在我们这个时代，对人类来说比这位年轻绅士更为重要的人物一只手便数得过来，甚至可能一个大拇指就数得过来。”[9]

大火过后，特斯拉回到灾难现场，安排人手看能抢救一些什么。他在记者面前显出一副刚毅的面庞，然而做事情已心不在焉。几天后特斯拉去了玩家俱乐部，他又看到了演员、音乐家和艺术家的常规聚会。《纽约时报》报道说："这些俱乐部会员们一下子动了恻隐之心，马上组织了一场即兴'慈善音乐会'，让特斯拉聊以宽慰。音乐会上人才荟萃，这要是一场面向公众的演出的话，定能为特斯拉兴建新实验室带来大量捐助。"[10]

特斯拉极度抑郁，甚至麻木，但他知道必须要找到出路。他告诉《电气评论》说："这一周我深得大家的慷慨与同情，深深感受到了这种善意，尽管我现在无以回报。但我必须在这座突然降临的灾难之山上凿出一条通路来。"[11]

特斯拉的凿山之斧是电疗。[12]特斯拉在最早的高频交流电的工作中，已注意到这种电流如何影响身体，而在其历次惊人的演示中，他可能也观察到了电击如何改变心情。而且 19 世纪美国流行医学中就有采用鲁姆科夫线圈中的电击来治疗各种疾病的传统；例如，伊莱休·汤姆孙的父亲曾在 19 世纪 60 年代把电击当作一种治疗方法。[13]

在接下来的几个月里，特斯拉常规性地给自己做电击，可能用的是他的一个振荡线圈，目的是防止"陷入抑郁症"。他后来告诉记者说："在那些日子里我是那么忧伤和沮丧，要是没有我给自己做的常规性电疗，我想我熬不下来。你瞧，电刚好为疲惫的身体注入了它最需要的——生命力和精神力。我可以告诉你，它是一位伟大的医生，甚至可能是最伟大的医生。"[14]

特斯拉从抑郁症中走出来以后，决定采用常规的作息，希望能防止抑郁症复发。《纽约太阳报》观察到："特斯拉是那种有着规律性习惯的人，这很不同于爱迪生。爱迪生在紧张时会工作 50 或 75 小时，有时手上有感兴趣的事，工作时间还会更长。特斯拉每天早上六点半起床。他常规性地做很多体育锻炼。稍微吃一点早餐，然后他就很快地进入工作状态。在中午一个小时午餐之后，下午又会投入到勤奋的工作当中。他通常会工作到晚上八点，但时常也会工作到午夜。"[15]

研究X射线

1895 年 7 月，特斯拉的抑郁症终于被控制住了，他在东休斯顿街 46 号租了一栋建筑的两层楼作为新实验室（图 12.1）。他在那里雇佣了“一个职员，其职责是在特斯拉先生忙不过来时招待参观者，赶走滋事者，维护剪贴簿，还有找找确实能跟发明家有业务的人，把最新的一些科学论文发给他们一份。跟爱迪生一样，特斯拉也有十几个或更多对他忠心耿耿的技工；但他工作的本质和他所要解决问题的难度，使得助手们对他所能提供的帮助，跟爱迪生的伙计能帮到爱迪生的没法比”。[16]



图 12.1　特斯拉位于东休斯顿街的实验室。注意在房间后部可以看到大的螺旋形线圈

图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

由于特斯拉在火灾中失去了所有的设备，他决定在新方向上努力。在继续向潜在投资者推广无线照明和振荡器的同时，现在他把更多的精力放到了开发其无线电力传输的想法，以及两个新领域：X射线和无线控制。

特斯拉意识到投资者和制造商对于以专利购买或许可的方式使用其无线照明系统不感兴趣（参见第十一章），就把重点从推广整个系统转移到了强调各部件。1895—1896年间，他把振荡变压器（现在被称为特斯拉线圈）重新设计成了一个紧凑的设备，该设备能从现存电路中取得电力并提高电压和频率。特斯拉接着用改进的振荡变压器为一个新的电子管灯供电，他宣称这个新灯能发出更多的光，并且比爱迪生的白炽灯或D. 麦克法兰・摩尔（D. McFarlane Moore）那时所兜售的充气管灯更高效。为了展示新灯的威力，特斯拉以新灯作为光源拍了一幅肖像照，曝光时间仅需两秒（图12.2）。由托内勒公司拍摄的这张照片，显示出特斯拉正坐在爱德华・迪安・亚当斯送给他的椅子里阅读麦克斯韦的《科学论文集》，背景则是一个特斯拉用于无线电力实验的巨大的螺旋形线圈。[17]

然而，在工作于这两个部件的同时，特斯拉还为最近发现的X射线兴奋不已。他与X射线的渊源开始于两次错失的机会。1894年底，特斯拉决定研究他的灯是否也像阳光或其他照明光源那样影响照相底版。为此，他找到托内勒公司的摄影师迪肯森・阿利（Dickenson Alley）来协助他。在几个月的时间里，他们尝试了大量不同的磷光灯、克鲁克斯管和带有不同电极的真空灯泡。由于这不是一个大项目，因此特斯拉和阿利只是周期性地做一下，而阿利把备用玻璃照相底版储存在实验室的一个角落里。然而，他们注意到未曝光的底版上有“莫名其妙的标识和瑕疵”，这表明它们不知怎么报废了。特斯拉猜测，是否是底版受到了经过的阴极射线的影响，这些阴极射线是当他在一些真空管的电极之间加载电压时生成的跨越电极的带电粒子流。特斯拉最近还从报道中读到，海因里希・赫兹的匈牙利学生菲利普・勒纳德（Philipp Lenard）用带铝窗的管子获得了特别的结果，铝窗的作用是使射线从管中逸出。不过，他还没来得及把他的想法继续下去，实验室就发生了火灾，而抑郁症也让他无法工作。[18]



图 12.2　“特斯拉在实验室的照片——曝光时间两秒钟，光源为单个无电极真空管，其容积约为 90 立方英寸，发光强度约为 250 烛光——托内勒公司拍摄。”

图片来源：“Tesla’s Important Advances,” *Electrical Review*, 20 May 1896, 263 in TC 11:68.

第二次错失机会是在几个月后。1895 年，特斯拉与爱德华·林伍德·休伊特（Edward Ringwood Hewitt）讨论了这些摄影实验，爱德华是纽约市长亚伯拉罕·休

伊特（Abraham Hewitt）的儿子，和于 1902 年发明水银蒸汽灯的彼得・库珀・休伊特（Peter Cooper Hewitt）是兄弟。由于其兄弟的相关研究工作，爱德华・休伊特对克鲁克斯管很熟悉。在谈话的过程中，特斯拉和爱德华决定尝试用这些管子作为光源拍一些照片。休伊特可能是知道马克・吐温拍过类似的照片（参见图 11.5），因此安排了吐温来实验室。由于来自克鲁克斯管的光太弱了，吐温不得不为了 15 分钟的曝光时间而头靠枕头坐着不动；为了让吐温坐着时不闷，休伊特夫人读书给他听。几天后，休伊特来查看照片怎么样了，特斯拉报告说实验失败了，玻璃照相底版不知怎么报废了。[19]

休伊特把这事放下了，直到几个月后听说了 X 射线的发现。X 射线是真空玻璃管当中快速电子流击打金属靶时产生的一种电磁辐射。X 射线在电磁波谱中位于紫外线之外，是由德国物理学家威廉・康拉德・伦琴发现的。跟勒纳德一样，伦琴也在研究阴极射线。1895 年 11 月，他惊奇地发现，在封闭于不透光纸板中的克鲁克斯管的作用下，铂酸钡屏幕会发出荧光。伦琴推断荧光来自于看不见的辐射，他称之为 X 射线，以表明其未知的本质。在探索这个新现象时，他发现各种材料对这种射线来说都是透明的，而照相底版对之敏感。伦琴结合这两个观察，对他妻子的手骨做了一张射线照片。12 月，伦琴在维尔茨堡的物理医学学会会议上宣布了他的发现，X 射线的消息就被快速传播着。到了 1896 年 1 月 6 日，《纽约太阳报》报道说，伦琴发现了“从未发现之光”，它能照出隐藏之物，例如身体里的骨头。[20]

休伊特一读到伦琴的发现，就冲到特斯拉的实验室，要求看看几个月前他们拍照用过的照相底版。休伊特回忆说：

> ［特斯拉］把它从黑暗的房间里拿出来，举起来对着光。我在其中看到了镜头圈的图案，镜头圈边上的调整螺丝也清晰可见——还有圆点，这代表着木相机前面的金属木螺丝。
>
> 特斯拉看了一眼。接着他把底版砰地摔在了地上，把它摔成了上千块，还一边大叫着：“真是笨啊！我怎么从来没看到。”[21]

特斯拉和休伊特当初错过的发现是，盖斯勒管不只产生了可见光，还产生了不可见的辐射（X射线），它甚至在镜头盖还没被取下和曝光开始之前就已经“曝光”了底版。马克·吐温白坐了那么久，而特斯拉则错过了做出重大科学发现的机会。特斯拉叹息道：“太晚了。我意识到引导之神已再次提示我了，但我没能理解他那神秘的示迹。”[22]

特斯拉非常恼恨没能首先注意到X射线，他试图把失去的时间弥补回来。正如他几个星期之后告诉《纽约时报》的，他“在伦琴教授之发现的消息被电传到这个国家之后半个小时内”就开始了他的实验。正如当他获悉赫兹的电磁波实验时所做的那样，现在特斯拉也重复了伦琴的实验。特斯拉很快注意到其他研究者因只能使用低功率鲁姆科夫线圈或静电起电机来为管子供电而掣肘了他们的努力，他开始用新的紧凑的振荡变压器为管子供电。借助于其设备能产生高频高压的优势，特斯拉能够产生出比许多同时代人所能产生的更强的X射线。特斯拉在1896年3月报告说：“我能在四十英尺［约12米］远的地方产生阴影。我能重复做到四十英尺甚至更远。”[23]在接下来的几个月里，特斯拉一直让他的玻璃吹制工忙着，因为他实验了几十种不同的管子，并与休伊特通信讨论各种测试方法。[24]

特斯拉利用其强大的设备，使他能够专注于制作人体部位的最好可能的图像——他称之为射线透视照片。他最早的射线透视照片之一是一个人的右肩，照片中显示出肋骨、肩胛骨和上臂骨。另一张照片中是一只着鞋的脚，其中“皮革、裤子和袜子等的每一个细部都清晰可见，而肉和骨头特别显眼”（图12.3）。当他为威廉·伦道夫·赫斯特的《纽约新闻报》拍摄头部X光照片时，他无疑知道之前爱迪生在做类似实验时只是得到了一组“幽暗的曲线”，而为获得头骨的轮廓，特斯拉把头暴露在X光中20—40分钟。特斯拉报告说，在整个暴露期间，“有想睡觉的感觉，时间似乎过得很快。有一般的舒缓效果。头的上部有温暖的感觉”。[25]



图 12.3　特斯拉 1896 年制作的着鞋人脚射线透视照片

图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

就像其他早期的研究者一样，特斯拉最初认为 X 射线是良性的。然而，他和助手们很快就遭受了眼睛疲劳、头痛和手部皮肤烧伤等问题。起初特斯拉认为这些伤害是由管子在高压时产生的臭氧造成的，不过后来他意识到是射线本身造成了伤害。当“一位亲切又热心的助手”在其腹部暴露于距离身体约 28 厘米的 X 射线管下五分钟之后遭受了严重的烧伤时，特斯拉特别难过。特斯拉报告说：“幸运的是，经常性的热水澡、凡士林的随时使用、清洁和一般的身体护理很快就修复了被损伤部位，我又能自由呼吸了。”不管怎样，他在后来的 X 射线论文中建议，要用接地的铝屏蔽罩包围 X 射线管，避免人员太靠近管子，以及限定暴露时间。[26]

1896 年下来，特斯拉源源不断地报告其 X 射线研究，不过没有发表在朋友马丁的《电气工程师》上，而是发表在其对手杂志《电气评论》上。[27]然而，特斯拉对 X 射线的兴趣很快就消失了。最初他研究这个方面的动因是，通过利用在操控克鲁克斯管时所获得的技能，他要么能做出进一步的科学发现，要么能快速开发出新产品。可以肯定的是，他坚持认为他的紧凑的振荡变压器能理想地为 X 射线管供电，不过他没能做出一个商业上可行的 X 射线管。相反，能够开发 X 射线产品（电源或管子）的公司，要么是像通用电气那样专业生产白炽灯的公司，要么是其分销网路能通达科学家和医生的小的科学仪器制造商。[28]因此，特斯拉可能是在清楚地认识到竞争不过进入这个新领域的公司时而退出了 X 射线的研究。

我还怀疑特斯拉停止实验 X 射线是因为 X 射线不能使其无线传输的想法进一步向前发展。特斯拉研究 X 射线可能是为了看看它对于他在火灾之前就开始思考的电力传输方法（参见第十一章）是否有帮助，当发现这些实验对其想法没有新的贡献时，他就转向了新的领域。

开发无线遥控船

尽管 X 射线对于特斯拉无线电力的想法无所贡献，然而另一个已经开始的项目（无线控制自动机的开发）却有些帮助。我们可能会把这些装置称为机器人［“robot”一词由捷克作家卡雷尔・恰佩克（Karel Čapek）在 1920 年引入］，而特斯拉为这个新领域创造了自己的新词：遥控自动机（telautomatics）。[29]

特斯拉对自动机的兴趣可以追溯到他的童年时期。当他还是个孩子的时候，他遭受了噩梦之苦，并通过发展意志力克服了。他所看到的可怕景象常常是他能识别的某些外部刺激的结果，这一事实促使特斯拉得出结论：所有的思想和感情都是外部因素的结果，人类机体不过是一个“自动机，其运动受制于通过眼睛从外部所获得的印象”。正如他在自传中解释的，他试图去理解和控制他所看到的强烈幻象的努力，“让我最终认识到，我只不过是一台在思想和行动上并无自由意志的自动机，而仅仅听命于外部力量”。[30]特斯拉想，要是自己不过是一台自动机，那么何不构建一台？

“构建一台自动机来证实我的理论的想法早就呈现在我的头脑中了”，特斯拉回忆说，但他一直没怎么认真对待这件事，直到他开始完善其无线发明并意识到他的接收器可以在自动机中充当眼睛或其他感官的替代品。正如他在1898年解释的：“在努力构建一个本质特征类似于人体的机械模型时，我的思路是将一个对特定波敏感的控制设备或‘器官’以及一个配以驱动与指挥机制的主体组合起来，而剩下的事情就是自然而然的了。”[31]

特斯拉早在1892年就已开始了遥控设备的工作。就像他的无线电灯一样，这个设备也是由电感应来控制的。这些早期发明毁于实验室火灾，因此在搬到休斯顿街之后，他重新打造了一些新的原型。用这些原型，他能够做出“更令人瞩目的演示。在许多情况下，其实不只是做到了对设备进行远距离控制，还把设备运动所需的能量一并传了过去”。然而遗憾的是，我们找不到这些早期原型的描述。[32]

1897年，特斯拉开始在助手拉斐尔・内特（Raphael Netter）的帮助下建造测试模型。虽然他预想其控制机制可用于任何类型的车辆或飞行器，但为了响应正在进行的海上军备竞赛，他选择了建造船模。[33]1889年，强势的英国海军决定要建造一支比其对手法国和俄国的舰队联合起来还要强大的新的战舰舰队。随着这三个大国竞相建造新舰船，美国、德国、西班牙和日本也紧随其后以自保。[34]新一代战舰由新式三次膨胀蒸汽机带动，并且由硬化钢护甲防护，其炮塔上装配有12英寸主炮组，还有提供支援的小炮组。这些新战舰行动迅速，防护严密，武器齐备，看起来似乎是不可战胜的。[35]

为攻击这些新战舰，特斯拉设计了能携带炸药包并由电磁信号制导的无人鱼雷艇（图12.4及图12.5）。一位休斯顿街实验室的参观者对鱼雷艇及特斯拉的演示提供了以下描述：

> 在实验室中央桌子上的一堆设备中，伫立着一个螺旋推进船只模型，大约有四英尺［约1.2米］长，而宽和深则不大成比例。特斯拉先生解释说，它只是一个为了向麦金利总统展示而做出的工作模型，并没有试图去遵循常规鱼雷船那种锐利的线条。略呈拱形的甲板上是三根细杆，

中央的一根明显比两边的两根高。两边的两根杆上都带有小的白炽灯泡，还有一个灯泡则被固定在船头。

船的龙骨由一块大的铜板组成，螺旋桨和舵都在正常的位置。特斯拉先生解释说，这艘船中包含有三个组件：推进装置——一个由舱内蓄电池驱动的电动机，另一个驱动舵的电动机，以及一个精巧的装置——这个装置通过中央的杆接收来自远处操作台从空中发来的电脉冲，进而启动作为推进装置的电动机和驱动舵的电动机，并根据操作员发来的信号驱动两个电动机来点亮或熄灭电灯以及投出船头舱中的炸药包。

这位发明家说，"现在，瞧"，并走向房间另一边的一张桌子，桌子上放着一个大约五平方英寸［约 32 平方厘米］的小的开关箱。然后他急速旋转了一下开关箱的手柄，小铜螺旋桨就即刻开始飞快地转动起来。他说，"现在我要向右转舵"，接着他再次快速转动手柄使舵快速转动，并又转了一次手柄使舵尽快回转。然后他又发了一个信号使螺旋桨停止转动并恢复最初状态。[36]

为了能控制船，特斯拉让发射器以某个频率产生连续电磁波，而在船上使用 1890 年由法国物理学家爱德华·布朗利（Édouard Branly）发明并后来被奥利弗·洛奇改进的检波器来检测这个电磁波。在发射器上，特斯拉可以旋转手柄使之与四个触点之一接触；这样做，他就能使发送到船上的信号发生不同次数的中断。在船内，这些中断能使一个特别的圆盘旋转并接通圆盘表面的不同触点，进而启动舵和螺旋桨的电动机（图 12.4）。例如，把发射器的手柄转到第一个触点可以让舵右转，转到下一个触点会让舵停止转动并启动螺旋桨，而手柄与第三个触点接触会让舵左转。由于控制舵和螺旋桨的触点在圆盘上是按特定的顺序排列的，所以特斯拉不能选择一个功能就直接执行；相反，他必须把触柄在触点之间移来移去以让船执行他的命令。因此，在现代技术的意义上，特斯拉的第一艘船不能算是"遥控"的，而只能算是"无线电控制"的，因为在前一个术语描述的情形中，是通过发送不同的信号来执行不同的功能。[37]

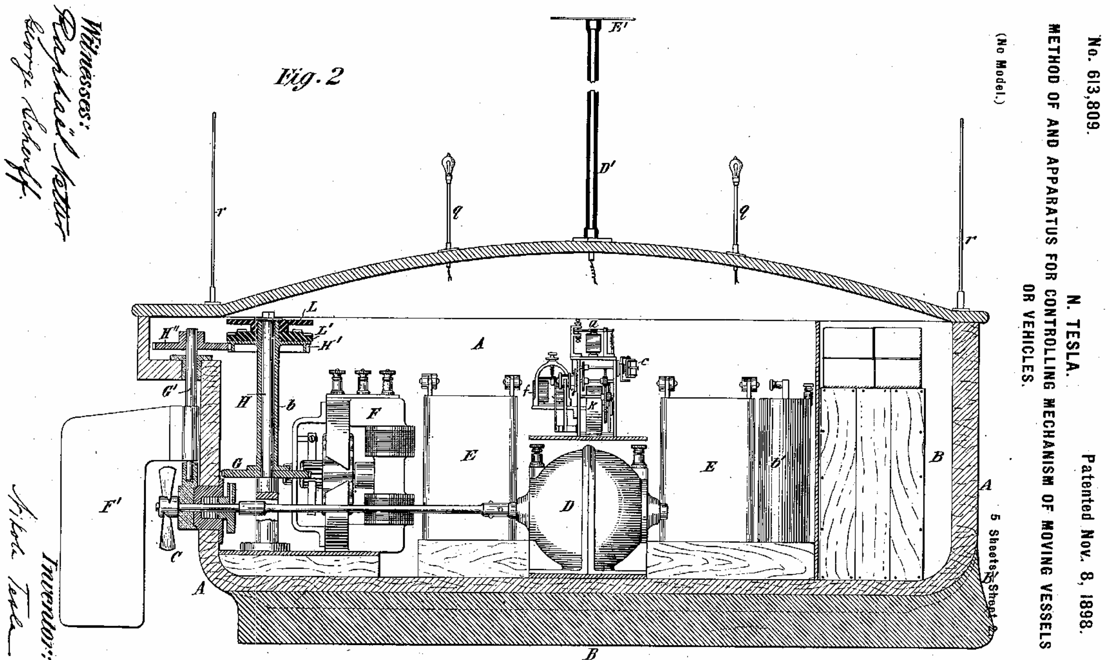


图 12.4　特斯拉 1898 年第一个无线遥控船内部示意图

船通过天线（E′）接收到信号，并传送给天线下方的检波器（c）。信号接着被船尾标记为（L）的圆盘装置处理。根据信号中断的次数，圆盘（L）产生一定数量的“点击”，“点击”进而调控发送到电动机（F）的电流以对舵（F′）进行控制。船的行进由另一个电动机（D）驱动，这个电动机的电流来自蓄电池（E）。信号灯标记为（q），而标记为（B）的空间中可以存放炸药包。

图片来源：“Method of and Apparatus for Controlling Mechanism of Moving Vessels or Vehicles,” US Patent 613,809 (filed 1 July 1898, granted 8 Nov. 1898), Figure 2.

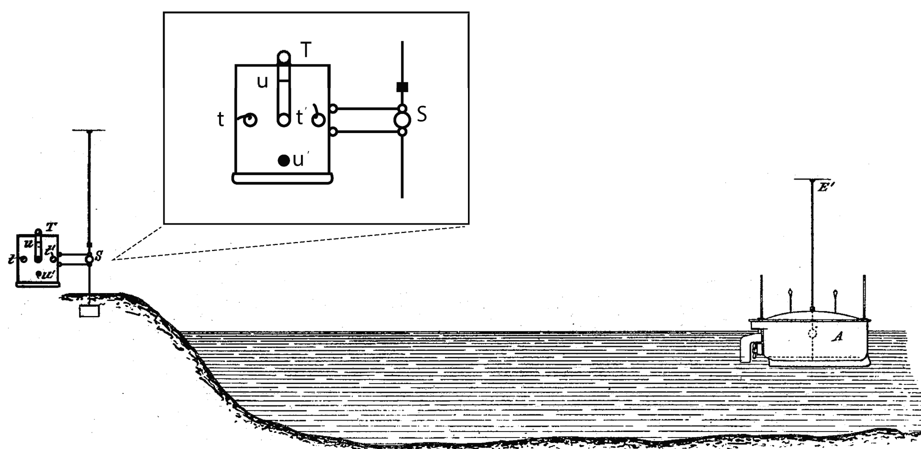


图 12.5　特斯拉的无线控制船和发射器示意图

S 是一个连续电磁波发生器，并被连接到天线。S 的左边是一个带手柄（T）的控制箱。手柄能单向旋转，与 u、t′、u′ 或 t 接触。

图片来源：“Method of and Apparatus for Controlling Mechanism of Moving Vessels or Vehicles,” US Patent 613,809 (filed 1 July 1898, granted 8 Nov. 1898), Figure 9.

尽管存在上述区别，特斯拉的无线遥控船依然是一个了不起的成就。在处理以一个频率发送信号所带来的限制时，特斯拉想出了一个巧妙的机电解决方案。这个发明中包含的装置堪称特斯拉在其职业生涯中所创造的最精巧的设备之一。直到 1897 年，还没有其他人设想过用电磁波来操作无人车辆；是特斯拉向大众文化和工程实践中引入了这个想法。[38]

特斯拉这个解决方案的灵感来自电报。19 世纪后期，电报不只是用于在城市之间发送报文，还有一种地区电报能用于呼叫话务员、警察和消防部门。特斯拉在为他的遥控船寻找一个可靠的机制时，采用了通常用于地区呼叫盒的电路：

> 如何做到在数英里的距离上操作与控制这样一个看起来很复杂的装置，这件事并不神秘。这就跟在几乎所有办公室都能找到的话务员呼叫［盒］一样简单。呼叫盒是一个外边带有手柄的小金属盒。通过把手柄移到某个点，它就能发出振动声并且手柄会弹回原位，而这短暂的嗡嗡声就会呼叫话务员。但把手柄沿拨号盘再移多三分之一的话，嗡嗡声就会更长，并且很快警察就被这个神奇的呼叫召唤来了。还有，要是把手柄

> 移到拨号盘上最远可够到的地方，那么当你还没听完手柄反弹时更为延长的嗡嗡声，城市消防队就已接警冲到了你所在的地方。
>
> 现在，我用于控制远处潜艇运动的设备是完全类似的。只是我无须连接开关板与远处的潜艇，因为我采用了现今众所周知的无线电报原理。[39]

自信手上有了一个伟大的发明，特斯拉于 1897 年开始为其无线控制船起草专利申请。同时，他也热衷于在实验室“向惊诧不已的参观者”演示遥控船。有资料显示，参观者包括 J. P. 摩根、威廉 · K. 范德比尔特（William K. Vanderbilt）、老约翰 · 海斯 · 哈蒙德（John Hays Hammond, Sr.），以及查尔斯 · 奇弗（Charles Cheever）。这些私人演示促使一位参观者（成功的矿业工程师约翰 · 海斯 · 哈蒙德）向该项目投资了 10 000 美元。[40]

正当特斯拉工作于无线控制船的时候，美国于 1898 年 4 月对西班牙宣战，因此攻击战舰的新武器成为了那时的一大热点。另一无线领域的企业家，美国电气供应公司的 W. J. 克拉克（W. J. Clarke）急于利用这种战时瘾症达成交易，于 5 月份在麦迪逊广场花园举办的电气展览会上为其公司的设备安排了一场演示。克拉克在其演示中主推了一个能炸毁船只的无线控制水雷。《纽约时报》报道说：“通过触摸一个位于［展览会］南侧走廊的装置，停泊在九十英尺［约 27 米］外较低楼层喷泉湖中的迷你西班牙巡洋舰便被炸飞到了空中，还带起了数量可观的水花，溅到了来不及避开的人们的身上。”事实证明，这个戏剧性的演示很受欢迎，而克拉克迅即在一天之内将该演示重复了四次。[41]

当西班牙战争还在持续的时候，特斯拉于 1898 年 7 月为其遥控船完成并提交了专利申请。尽管特斯拉已开始开发采用“几个电路联合作用”的更先进的电路（本章稍后讨论），其律师帕克 · 佩奇建议他只强调如何使用单一频率，因为他们还没有起草用于保护其更复杂电路的专利。由于专利局的审查员不相信特斯拉申请中所宣称的东西，因此首席审查员来到纽约看他如何操作船。看了之后满意的审查员于 1898 年 11 月令特斯拉的专利生效。[42]

制止战争的宏愿与一场友谊的结束

有专利在手，特斯拉现在知名度大增，其无线控制船的故事很快就出现在技术媒体和大众报纸上（参见图 12.6）。特斯拉并不只是谈论他的船能如何摧毁战舰，而且还大胆坚称他的船能带来战争的终结；正如他告诉《纽约先驱报》的：

> 当明天全世界都知道即使最弱小的国家也能马上配备起保证其海岸和港口安全并能坚拒无敌联合舰队侵袭的武器时，终止战争是可能的。人们将不再建造战舰，而最强大的装甲和海上火炮也将变成一堆废铁而别无他用……
>
> 你不妨想象一下……我们在鱼雷船上拥有了多么强大的摧毁装置，我们可以遥控之，我们可以在任何期望的距离上在水面之上或之下日夜操作之。被攻击的船只将绝无逃逸之可能。
>
> 但我无意于将我的名声关联到一种纯粹破坏性设备的发明上，不管这个设备有多么可怕。我更愿意被记作是成功制止战争的发明者。[43]

特斯拉自信所有国家（弱国和强国）都会对他的发明感兴趣。正如他在 1898 年 12 月告诉佩奇的：“我已经收到了来自几个国家的对于我远距离控制物体运动和操作的发明专利权的建议书，并被要求出个大致的报价。看到这种情况，我非常希望能马上开始毫不耽搁地申请主要欧洲国家的专利权。”第二年，佩奇在十三个国家为无线控制船申请了专利。[44]

马克·吐温听说特斯拉正为遥控船获取外国专利时，从欧洲写了一封快信给他：

> 你是否已在奥地利和英国为你所发明的骇人的破坏性武器取得了专利？如果是这样，你何不定个价并委托我来出售？我认识两国的内阁部长。德国也是一样，我认识威廉二世……
>
> 几天前在旅馆里，当一些忧心和平的人们正在讨论如何说服各国响应沙皇的裁军提议时，我曾建议他们寻找某些比容易撕毁的纸上裁军协议更靠得住的东西——邀请伟大的发明家发明某些使得军舰和部队因之

> 失去力量的东西，并进而使得战争从此不再可能。我没想到你已然思虑及此，并准备好了以一种务实而强有力的方式为世界带来永久和平。[45]

一方面，《电气评论》预言特斯拉的无线控制船将成为“人类文明进步最有力的因素”之一，然而另一方面，特斯拉惊讶地看到那些未能发现其新颖性或实用性的专业同行们尖锐地批评了这个发明。普林斯顿大学物理学教授赛勒斯·F. 布拉克特（Cyrus F. Brackett）便抱怨说：“这没有什么新奇的。理论是完美的，然而应用是荒谬的……难道你认为在喧嚣的战争中有可能执行那些琐碎而又需要仔细调节的机械实验吗？这些实验是基于他的理论预设，并且要在安静无干扰的实验室中才能成功工作。”塔夫茨学院的阿莫斯·多比尔（Amos Dolbear）的话则更为刻薄：“出自特斯拉之口的这个宣告听上去非常迷人，但对此科学家们会更为谨慎地对待之。在过去的六年里，他做了太多的令人惊奇的宣告，但又很少能做到许诺的事，他慢慢地变成了那个喊‘狼来了！狼来了！’的人，直到没有人再听他的。特斯拉先生之前总是失败，以至于他说的这些事没人相信，除非他真的做到了。同时，我们满怀耐心但又毫不关心地等待着。当他做出来这些事的时候，我们就信了。”[46]

但最严厉的批评来自他的朋友《电气工程师》的 T. C. 马丁。马丁担心他的杂志失去市场份额，并无疑对于特斯拉把资料发给竞争对手《电气评论》感到不安，因此在 1898 年 11 月的社论中公开攻击特斯拉。[47]除了特斯拉没有完成蒸汽动力振荡器（马丁现在认为那注定会半途而废）之类的发明，马丁还轻蔑地抱怨特斯拉的无线控制船毫无新意，而只不过是把克拉克演示中的想法据为己有：“去年春天在麦迪逊广场花园，从远处无线引爆船下浮动鱼雷的精彩演示，连续一个月一天之内多次举行。特斯拉先生拿走了其中的想法，把同样的原理运用到了机电控制的鱼雷。”更加雪上加霜的是，马丁未经特斯拉许可就把他最近在美国电疗协会宣读的一篇论文匆匆付印。[48]

特斯拉对于马丁发表其论文深感愤怒，但最让他愤怒的还是马丁对其诚实的质疑。作为回应，特斯拉提醒马丁，他所中伤的不是自己的成就而是自己的荣誉和学术造诣：

> 如果我不理睬的话，你的评论丝毫都不能对我造成困扰。你不只在一个场合冒犯我，但我的基督徒和哲学家素养使我总能原谅你，而我只不过是对你的错误表示遗憾。然而这一次，你错得太离谱了，你竟然胆敢让我的荣誉蒙上阴影。
>
> 无疑你手头上定会有从你引用的名人［也就是布拉克特和多比尔］那里获得的支持你关于我诚实问题的切实证据。作为一个美国多所大学伟大荣誉的接受者，看到了你施于它们的毁谤，我有责任要求你在你的下一次期刊中登出这些证据，连同我的这一封信（为了对我公平起见，我也会把这封信转到其他电气期刊上）。由于不存在这些所谓证据（对此我会在其他场合加以阐明），我要求，连同我上面所要求的，你要为你施于我及那些授予我荣誉的人的侮辱性评论发表一个完整而又诚恳的道歉。[49]

马丁在下一期的《电气工程师》中发表了特斯拉的信以及特斯拉要求的“证据”。然而，马丁是以一个大起底式的评论开始的：

> 广为世人所知的这位本国名列前茅的电气发明家一直好心好意地说，是《电气工程师》成就了他特斯拉先生。我们当然不会以此居功，因为是一个人自己的工作决定其成就与否。但我们坦承这一事实，即在过去的十年里，我们已尽人力所能为地帮助特斯拉先生前进并获取应得的认可。我们不只是在本刊的专栏和其他期刊，还在杂志和书籍中尽我们所有的努力来阐释特斯拉先生的理念。这一切大家都看在眼里。就算其中有只言片语让特斯拉先生受到“严重伤害”，但要说我们的言语行动或思想是有意给特斯拉先生造成任何伤害，那是不真实的。
>
> 在过去的一两年里，对我们来说，特斯拉先生所提出的想法已远远超出了实际的可能，而今天在他身后留下了一长串美丽而又未完成的发明。温和的批评和善意的玩笑已不能为特斯拉先生提供早期助其取得真实成就的那种恳切的支持，我们只是最近在努力表达我们的疑虑并敦促

他完成其所承诺的许多令人向往或新奇的东西中的一两个。我们相信这才是真正的友谊。[50]

然而，从特斯拉的角度，他不想从朋友那里听到这些建设性的批评。这一事件的结果就是，特斯拉和马丁分道扬镳了。

当特斯拉在《电气工程师》专栏中和马丁争论的时候，他也开始工作于第二个更大的（六英尺长）无线控制船。特别是，他开始担心通信安全问题，即他的船应当只响应他的发射器的信号。特斯拉是在把船，即自动机，当成一个人来考虑时得出这一点的：

自动机应当只是回应对它的呼叫，好比一个人被叫到名字时的回应。这种考虑让我得出结论，机器的感应设备应当对应的是人的耳朵而不是眼睛，因为这样机器的行为就能被控制而不受干扰物的影响，也不受机器相对于远处控制装置的方位的影响。还有不可小视的一点，就像一位忠诚的仆人，它对于主人以外的呼叫将变得失聪和迟钝。

为了让仆人能对主人忠诚，特斯拉把注意力转回了调谐问题："我通过放置在船中的一个电路达成了这一结果，我调节或者说'调谐'使它准确接收从远处'电振荡器'传输来的适当种类的电振动。这个电路能响应无论多么弱的电振动，进而作用于磁铁和其他机械装置，我们以此为介质能控制螺旋桨和舵的运动，以及许多其他器械的运作。"[51]

但他将如何保证他的船只响应他的信号呢？特斯拉借用了他在无线照明演示中用到的一个想法而产生了一个解决方案。曾经让特斯拉很烦恼的是，即使他只想一个灯对振荡变压器响应，休斯敦街的参观者还是经常指出有几个灯被点亮了。为了克服这一问题，特斯拉让振荡器产生几个不同的频率，然后调节灯使得它们必须接收两个频率的组合才能被点亮。[52]

特斯拉现在把这种技术应用到了第二个船中，他在实验室里设计了传输两个信号的几种方式：

> 我采用了两种做法：或者是在船中放置两个电路，调节使得两个电路各自被从环绕房间的电缆［也就是振荡变压器的初级线圈］中传输来的振动供电，并在它们的合并作用下导致控制机制的运作……或者在另一种方式中，采用两个线圈并把各自的一端接地而把另一端接到金属板或导线束[其功能是作为两个独立的天线],然后通过螺旋形的大线圈[在图 12.1 及图 12.2 中可见]……或者通过为实验而简化的两个电路来激励它们。[53]

通过采用这种技术，特斯拉意识到他能不限于只使用两个频率，而是能产生数十个频率并采用不同的组合以分别控制多艘船只。因此，他设想一个或几个操作者能通过调谐到不同频率组合的发射器和接收器来同时指挥 50 或 100 艘船只。[54]

尽管特斯拉最初承诺“在［即将到来的］巴黎世博会上展出鱼雷船的模型，并从我纽约的办公室指挥其所有的运动”（图 12.6），然而事实上他是在 1899 年 5 月向芝加哥商业俱乐部的成员展示了第二条船。当贵宾们到来听他演讲的时候，


WONDERS NIKOLA TESLA SAYS HE CAN PERFORM.
Shows How He Proposes by Electricity, Without Wires, to Control the Movements of a Model at the Paris Exposition from His Office in New York, and by Similar Methods Blow Up Ironclads and Send Lifeboats to Shipwrecked Vessels.

图 12.6　表明特斯拉巴黎世博会无线控制船演示计划的报纸略图。当特斯拉（左图）从其纽约的实验室发送信号时，观众（右图）将在巴黎看到船在水槽中相应运动

图片来源：“Tesla Declares He Will Abolish War,” *New York Herald*, 8 Nov. 1898, in TC 13:138–140, on 139.

他们惊奇地发现在礼堂中央有一个人工湖，而特斯拉的船停在湖中。作为一贯的大师级表演者，特斯拉邀请观众喊出问题，而他的自动机将会通过使灯闪烁、转动舵或引爆炸药来回答他们。特斯拉回忆说："那时这被认为是魔术，不过其实极其简单，因为是我自己在操控这些设备使之给出答复。"在接下来的演讲中，特斯拉描述了他是如何构思这台自动机的，并强调了其终止战争的潜能。指出他的船看起来几乎就像活的一样，他进而详述了一番他对于人类思想、生命和死亡的本质的哲学思考。[55]

不婚之谜

从 1896 年到 1898 年，当特斯拉投身于 X 射线和无线控制船的工作时，他依然会不时陷入抑郁。在 1896 年一次去尼亚加拉的旅行中，特斯拉告诉一位记者："我来到尼亚加拉瀑布是为了检查大发电站，也是因为我认为换一下环境能让我得到必要的休息。我身体不好已经有一阵子了，几乎精疲力竭，而现在我试图脱离工作一小会儿。"[56]

几周后，另一位记者在很晚的时候偶遇特斯拉在一家咖啡馆里发呆，他看上去憔悴而又疲惫。特斯拉一开始便说："我恐怕你会发现今晚我不是一位愉快的伙伴。事实上，我今天差点丧命。"尽管他在实验中采取了预防措施，刚刚他还是在一台机器上受到了 350 万伏特的电击。特斯拉说："火花在空中跳起了三英尺，击中了我的右肩这儿。我告诉你，这让我感到头晕。如果我的助理没有即刻关闭电流，我可能就完了。事实是，在我右胸电流击进的地方留下了一个奇怪的标记，而在电流离开我身体的地方一只袜子的后跟被烧掉了。当然电流量特别微小，否则它必将是致命的。"

记者接着问特斯拉是否还会经常抑郁。特斯拉回答说："可能也不是经常。有艺术气质的人总能找回鼓舞他向前进的巨大热情。大体说来我的生活很快乐，比我能想到的任何生活都要快乐。"特斯拉明白，有些抑郁是为了经历发明之喜悦所必须付出的代价，并且他告诉访问者说："我认为没有任何刺激能像发明者在看到

其头脑的创造物行将成功时所感受到的刺激那样穿透内心……这种情绪会使人忘记食物、睡眠、朋友、爱和一切。”

记者发现特斯拉心情放得开，就接着问了一个大胆的私人问题。他知道特斯拉还是一个单身汉，就问了这位魔法师关于他的婚姻问题。婚姻适合艺术气质的人吗？特斯拉想了一会儿，回答道：“对艺术家，是的；对音乐家，是的；对作家，是的；但对发明家，不是。前三者必须从女人对他的影响中获得灵感，爱将把他引向更出色的成就。但发明家有着**一种如此强烈的本性，其中又充斥着如此多的狂野和激情的特质**，如果他把自己奉献给所爱的女人，那么他将付出一切，他将不能再从事他的研究领域。我想你说不出太多由已婚男人做出的伟大发明［强调为引者所加］。”特斯拉回答完后，犹豫了一下并结束采访说：“这也是个遗憾，有时我们也会感到如此孤独。”[57]

在接下来的几周里，小报和工程领域的报纸都对特斯拉的解释表示困惑，因为他们认为他不愿意结婚是一种“不正常的情感状态”。从那以后，特斯拉传记作家们继续想要弄清楚这位魔法师的独身问题。传记作家约翰·奥尼尔写道：“特斯拉试图让人们相信他已成功地从生活中消除了爱和浪漫，但他其实没有成功。这个失败……是特斯拉生活中的秘密篇章。”[58]

虽然我们可能永远都无法确切知道特斯拉为什么从不结婚，但从已有的资料中可以得出几个可能的解释。第一个，很简单，男人比女人对特斯拉更有吸引力。

对于女性问题，很明显，特斯拉的态度复杂。有时，他把她们捧在手上，他在晚年写的大众文章中暗示女性可能是更为优越的性别。而在其他时候，他明显对女人感到害羞，甚至是恐惧，特别是在他年轻时。正如他在 1927 年对塞尔维亚记者所说的：“我从来没碰过一个女人。学生时代我在父母在利卡的家中休假时，爱上了一个女孩。她高挑，漂亮，并有着善解人意的眼睛。”类似地，马丁于 1894 年向凯瑟琳·约翰逊交心说，他担心特斯拉“会产生错觉，觉得女人基本上就像不忠的大利拉那样会削弱他的力量。如果你能想办法做到的话，我相信让他去见那位医生会是个不错的计划……我的处方是夫人您每周的亲自授课。”[59]

约翰逊夫人似乎对这位魔法师有一些积极的影响，因为他学会了在约翰逊家里

和在镇上享受与社会女性的互动。特斯拉交往的女性包括约翰·雅各布·阿斯特夫人、克拉伦斯·麦凯夫人、女继承人芙洛·道奇（Flora Dodge）、西奥多·罗斯福的妹妹科琳·罗宾逊，以及 J. P. 摩根的女儿安妮。随着时间的推移，特斯拉面对这些女人谈话已经能舒适自如了，因此他开始尝试从她们那里获得支持其发明所需要的钱（参见第十五章）。然而，特斯拉没有与其中任何一个女人发展出深入的关系。据一位女性朋友，剧作家马格丽特·莫灵顿（Marguerite Merington）所说，特斯拉从未与任何女性外出，除了她。这让人不禁怀疑她是否在吹嘘。正如约翰·奥尼尔在 20 世纪 50 年代告诉利兰·安德森的："因此，你可以无视从女性那里听到的任何特斯拉对她们感兴趣的故事。她们对他来说都是双哑弹。他对她们总是示以最高的尊重。然而，他确有恋母情结，那也是一种可以理解的情况。"[60]

对比他与女人的关系，男人对于特斯拉显然更有吸引力。正如我们先前所见，特斯拉发现安东尼·西盖蒂在身体上是有吸引力的，他们成了亲密朋友，并且西盖蒂跟随特斯拉从布达佩斯到巴黎再到纽约。1891 年的某时，西盖蒂离开了而特斯拉深受伤害。几年后，特斯拉结交了一位年轻的大学毕业生埃米尔·史密斯（Emile Smith），史密斯对工程感兴趣并在西屋公司找了一个职位。不幸的是，史密斯就在去匹兹堡几个月之后死于伤寒，而特斯拉的一位前同事给他写信谈到史密斯时说："由于他是你的私人朋友，我想你可能会想知道他的死讯。"[61]

我们也不免好奇，男人对特斯拉的吸引力究竟只是柏拉图式的，还是也有身体上的。谈及这一问题的唯一证据来自 1956 年利兰·安德森与美国电气工程师学会（AIEE）的老会员理查德·C. 索奇（Richard C. Sogge）的对话。索奇很高兴学会那一年正在庆祝特斯拉诞辰，他告诉安德森说："你知道，学会以这种方式纪念特斯拉是一件很好的事情——要消除他那让老会员尴尬的窥视癖者的声誉还有很长的路要走。特斯拉的性轶闻曾一度是学会的话题，我们不知道万一事情公开了该怎么处理。当然，你必定知道他从不与女人外出……不管怎样，随着学会的老成员一个一个去世，这些故事最终也会消失。"[62]索奇的评论可能有助于解释为什么特斯拉在 19 世纪 90 年代参与 AIEE 事务的程度在下降。特斯拉在 1892—1893 年当选学会副主席，之后没能当上主席。学会只是在 1917 年认可过他的贡献，命

名他为会士并授予他爱迪生奖章。[63]

关于在历史文献中寻找同性恋的线索，我们必须记得 19 世纪的语言使用方式与今天的不同。可以肯定的是，在维多利亚时代的美国，男人们经常会发展出亲密的情感友谊，有时也会使用浪漫和性的语言，而在 21 世纪这些语言是留给异性恋关系使用的。例如，斯坦福・怀特在与雕刻家奥古斯塔斯・圣-高登斯的通信中便包含了明确的性语言和解剖图案。[64]此外，由于在当时，性倒错跟贫穷一样被认为是穷人之为劣等的证据，因此中产阶级分子会很小心地不去暴露任何可能被解读为非正常性行为的事情。[65]因此，想从现存文献中解读出特斯拉性倾向的线索是不太容易的。可以肯定的是，在与西盖蒂有关的少量资料中没有证据表明他和特斯拉是否是情人关系。

相比之下，特斯拉与另一位男性朋友里士满・皮尔逊・霍布森（Richmond Pearson Hobson，1870—1937）（图 12.7）的关系则更为复杂。霍布森出生于阿拉巴马州，在安纳波利斯的美国海军学院学习时表现优异。然而，他的海军同学发现他过于刚愎和正直，在其学院的最后两年里拒绝跟他说话。毕业后，霍布森被安排成为造船师，并花了几年时间在欧洲学习造船。



图 12.7　里士满・P. 霍布森

图片来源：http://www.history.navy.mil/.

美西战争爆发时，霍布森被指派与海军上将威廉・T. 桑普森（William T. Sampson）一起在纽约执行任务，并航行到古巴去与在圣地亚哥港的西班牙舰队交战。桑普森希望能严密封锁港口中的西班牙军舰，决定于 1898 年 6 月在港口出入口处沉毁运煤船“梅里马克号”，而霍布森自告奋勇领导这一自杀性使命。霍布森与队友确实沉毁了“梅里马克号”，不过沉毁的位置不太对，因此就被西班牙舰队俘虏了。然而，沉船确实迫使西班牙舰队只能缓慢调离港口，因此几周后桑普森的舰队就能够摧毁每一艘试图逃逸的西班牙军舰。西班牙舰队于 7 月释放了霍布森，他回到了美国，被媒体宣传为战争英雄。[66]

总是在为《世纪杂志》寻找新鲜材料的罗伯特·安德伍德·约翰逊，在霍布森回国后迅即与之取得了联系，并说服他写了一本关于“梅里马克号”任务的书。[67] 1898 年 8 月，约翰逊写信给这位年轻的中尉，邀请他共进午餐并会见特斯拉：“你认识特斯拉吗？如果不认识，你何不明天跟我一起到他的实验室呢？他是个迷人的家伙，你们当然会有很多共通之处。他是我最好的朋友之一。”[68]

约翰逊一定知道特斯拉会被这位英俊的战争英雄所吸引。按霍布森的妻子格丽泽尔达的说法：

> 霍布森总是身体健康，肌肉匀称。肩膀斜而有力，手臂搭配完美，胸部厚实，小腹平坦，大腿肌肉强健，小腿匀称有力。只需看他一眼，挑衅者便会犹豫着还要不要跟他打一架。而另一方面，他举手投足中所表现出的大智慧，以及他谈吐中透露的真性情的温和友善，本来也毫无挑衅之意。穿上泳衣，他的轮廓就像“泰山”。他整个外形都显示出身体、心智和精神上的控制力。[69]

在接下来的几个月里，特斯拉有机会在与约翰逊一起的晚餐和派对中见到霍布森。特斯拉一下子就喜欢上了这位海军军官，他开玩笑地跟约翰逊写信说：“卢卡，记住，霍布森并不只是属于约翰逊一家。我要替自己向菲利波夫夫人报仇，我要把霍布森介绍给库斯那夫人，这样就会有人被忘掉了。”[70]

毕竟霍布森还是一名现役军官，他在 1898 年底被派到香港和马尼拉，因此特斯拉对这位新朋友并没有见过太多次。1900 年 9 月，霍布森一回到美国，就被分派到布鲁克林造船厂，随后又被分派到华盛顿的海军部。霍布森和特斯拉经常与共同的朋友在纽约进餐，他们越发亲密，这从霍布森的一张未注明日期的便条中就可以看出：

> 我非常亲爱的特斯拉：
>
> 非常感谢你周到而又可爱的便条。我明天会带你与范·博伊伦一家共进晚餐……他们是我和我哥哥的好朋友。晚餐七点半结束……

好了，亲爱的伙计，如果你在那之后的三小时中无事可做的话，我们就小聊一会儿——我觉得在你这次访问中我还没看够你，关于……我有太多要跟你聊的。

不过如果你要早起的话，当然就别想这事了——

你忠心的，

里士满

而为了庆祝20世纪的第一天（在那时，1901年而不是1900年被认为是20世纪的开始），特斯拉写信给霍布森说：

亲爱的霍布森，

我今天的第一次也是最诚挚的问候是属于你的。

在这人类历史新的一页刚刚打开的时刻，你已踏入不朽人物之列。

希望今年还有更伟大的机遇和成就在等着你。

希望很快就能见到你，我还有更多更新的祝愿。

非常真诚的，

N. 特斯拉

特斯拉和霍布森继续与约翰逊一家交往，而特斯拉在一张送给他们女儿艾格尼丝的新年贺卡上调皮地签名为“尼古拉·霍布森”。[71]

霍布森毫不犹豫地利用他在海军中的关系帮助推广这位朋友的无线控制船。1902年5月，他建议把无线控制船作为在布法罗的泛美展览会中海军展的一部分，并且敦促特斯拉给海军写信，理由是“我认为这是一个让海军注意到你的专利的很好机会，并且没有按常规手续推广的那些困难。我认为这些专利对海军和国家都有很大的价值，因此我亲爱的特斯拉，这件事是介绍你专利的第一步，一定不能出错”。但不幸的是，霍布森推广特斯拉发明的努力却无济于事；显然有几个高级军官看过特斯拉的发明，不过由于某两个军官之间严重的个人不和，发明被拒

绝了。[72]尽管这件事不尽如人意，霍布森和特斯拉的关系依然亲密。这说明了特斯拉如何被男人所吸引，并致力发展亲密的友谊。

发明家强烈而狂野的本性

因此，为什么特斯拉从不结婚的一种答案是，他对男性比对女性更感兴趣。如果他要有感情关系的话，那么最可能是与一个英俊的家伙，比如霍布森。然而，我们还需要考虑另一种答案：婚姻这件事对于特斯拉的发明方法来说是不适合的。

为此，让我们回到特斯拉与记者一起在咖啡馆的那个夏夜，并听从特斯拉所说的，发明家，至少是像他那样的发明家，“有着一种如此强烈的本性，其中又充斥着如此多的狂野和激情的特质”。特斯拉做发明是一个错综复杂的、在严密思考与生动想象之间舞动的过程，在思考和梦想之间来回跳动使得其发明过程强烈而狂野。

1896 年夏，特斯拉在几周后的另一次采访中解释了思考和梦想如何成为其创造性过程的组成部分。他在讨论其“用导线传输视觉景象”想法（我们可以称之为有线电视）的过程中提供了一个对其创造性过程的解释。特斯拉的想法涉及使用一长串内置镜子的管子，这些管子和镜子能把节目从源头反射给观看者。然而，这次采访的更加有趣之处在于它告知了我们特斯拉的认知风格。他是以一个关于理念（发明背后的基本原理）如何在其头脑中演化的讨论开始的：

> 我现在能用一般性的方式指出我已朝着问题的解决方案走了多远。经过多次无结果的努力之后，我终于构思了一个想法。我对此想法进行了长时间的仔细检查之后，发现它与所有我所知的既定事实一致。因此，我就能尽我所知地断定这个想法是可能的。接下来，我检查把想法付诸实践所必须克服的困难，并发现这些困难也不是不可克服的；因此，我的方案是可行的。然后我搜寻实现它的方式，而对这些方式的仔细分析使我相信我的想法将有可能会被实现……

我说是构思一个想法，但实际上我会构思很多。不过为了我的伙伴和我自己的好处，我从不把它们公布出来。它们是发明家兴奋的想象力的产物，要么荒谬，要么不可行。但我说的这个特别的想法却完全是另外一种。

它经受了我成周、成月和成年的严格审查。现在经过了如此长的时间，再也找不出想法中的瑕疵，经过了激荡和放松的所有阶段之后，想法的理由依然站得住脚；当着手实现时，随着这一课题知识的增加和完成的愿望的更为强烈，想法经过每一阶段的透彻研究之后都变得更有力，那么这个想法就是一个真理。也就是说，仅就个人观察者而言它是一个真理，因为还有许多人［即其他专家］的更胜一筹的检查可能会暴露他［即发明家］无法感知的错误。

这里需要注意的是，特斯拉说这个“想法”（按他的说法）或“理念”（按我的说法）的实质内容只是对他来说是真实的，其他人可能不理解发明家的想法并可能批评它。对于像特斯拉这样的发明家，想法或理念充当了一个他能用以形塑和指导其研究的贯穿始终的原理。

在采访中，特斯拉警告说，发明家和科学家都不应当太过急于宣布他们的想法，因为在如何实现想法方面可能还会有问题，可能还会犯错误。相反，他建议说想法必须经由想象力来处理，并描绘了一番想象力可以是如何工作的：

你曾否任由自己沉浸于一个自己所创造的沉思世界当中，并欣喜若狂？你想要一个宫殿，这个宫殿由比米开・朗基罗［原文如此］更好的建筑师，甚至是比我的朋友麦金、米德和怀特更好的建筑师建造好，并矗立在那里。你给宫殿装饰上神奇的绘画、雕塑和各式各样的艺术品。如果你喜欢的话，你还可以在里面召唤出精灵。现在，你可能想要坐上宝座，你的宝座就在那里，比大不列颠的宝座还要大！你所有的臣民都围着你——不计其数的臣民。没人会拿着手枪追你，像显赫人物威廉一世、尼古拉二世或李鸿章遇到过的那样。如果有人拿枪追着你，你需要

担心吗？你在空中把子弹挡下来就好了。

现在你走在一座奇妙城市的街上。它可能是我的一个城市。然后你可能看到所有的街道和大厅被我美丽的磷光灯点亮，所有的高架铁路以我的电动机推进，所有电车公司的动力来自我的振荡器，要不然就是我大瀑布建设公司的朋友正用我的系统从遥远的尼亚加拉瀑布传输所有的动力。而现在，或许你在街上遇到了一个流浪汉，并给他点什么。你可能认为是给了他五美分。不，先生，你给了他不少于五百万美元。

然而，奇怪的是，他没有对你的慷慨感激涕零，反而傲慢地看着你，摊开手里的钱并轻蔑地说："拿回去，你这个吝啬鬼。"然后你放下你的皇家身份，与之格斗。你拥有巨大的力量，他也毫不含糊。无论如何，结果并不确定。他可能要强壮一点，那么你就要警醒，蓄积体力，不过却损耗严重。如果你打败了他，那么你就把身份和宝座都给他以对他进行抚慰，然后平静而又满足地继续你的冒险之旅。

突然，你将自己置身于一场战斗的喧嚣之中，你所向披靡，一整队的贵族骑士在你面前逃散。现在，有东西在灌木丛中吱吱作响，而从不畏惧的你，跑开了。然后你可能会见到多年前一个令你印象非常深刻的场景。你看到了父母之死，并再次经历了所有的痛苦。你意识到不可跨越的鸿沟把你跟他们分开。然后不可遏制的欲望使你非得再跟他们在一起不可。你知道不可能让他们回来；但不要紧，你会发明点东西，你会发掘一些力量让那些分离的分子重新聚合，并组成让你深感亲切可爱的形象。

而现在突然之间剧情急转，你把一根棍子扔向院子里的一只猫。你失手了，使得情形更加恶劣。但多年之后你能识别出墙上准确的点，你能识别出棍子上的每个记号，你也能确切看出猫的毛是梳向哪一边。因此你的想象力引导你从悲伤到喜悦，从工作到玩乐，而这个想象的世界时时都在，按你的愿望和命令，随你的愉悦和启迪而动。[73]

为发展一个想法，例如通过导线传输视觉景象，特斯拉认为发明者必须锻炼想象力以弥补严密分析的不足。要做发明，发明者必须能够想象出新设备的样子及这个新设备适用的环境。只有这样，他才能完善发明和磨砺理念。同时，想象的世界能燃起人们的欲望、希望和愿景（幻象），这能被用于说服他人采纳这个发明。

所以在特斯拉看来，创造发明意味着要求发明者具备强烈而狂野的本性——强烈指的是要求发明者能严密思考以磨砺理念，而狂野指的是发明者要能在想象中自由引申与探索理念。这两个活动都要求独处，因此婚姻不一定适合像特斯拉这样的发明家。

特斯拉可能曾从其正教背景得出结论，发明家需要独处。为了能在自然和人造的世界中辨识出逻各斯，一个人必须学会不为生活中的诱惑分心（参见第一章）。为能打开逻各斯之门，一个人必须愿意精炼其所有的才能（心智的、身体的和精神的），然后这个人就会像一件乐器那样完美以能体察天道（Divine order）。也许对于特斯拉来说，上述这种准备意味着要避开像婚姻这样的长期承诺。不像在西方基督教中教徒是通过禁欲和排斥身体来克服分心和为启迪做好准备，正教传统并不认为心智与精神的严格二分法是必要的；相反，可以通过生活在这个世界上和把物质当作上帝的礼物来享受而获得正念。[74]因此，特斯拉的精神准备并不意味着远离纽约的美好生活，而是要对之进行仔细管理，使之不妨碍他砥砺理性思考和想象力以辨识理念。

峰回路转：解决回路难题

特斯拉依靠严密思考和想象力的结合以完善其无线电力传输的想法。正如我们在第十一章看到的，到 1895 年早期，特斯拉已做出了一个全球无线电力传输的基本方案。由于电磁波沿直线传播，其携带的能量只有少量有可能到达接收器，因此特斯拉决定最小化其仪器所产生的波而最大化在发射器和接收器之间传送的接地电流（参见图 11.6）。此外，特斯拉推测，如果他能产生一个与地球谐振频率同频的接地电流，那么其发射器产生的能量就可以很容易地到达遍布全球的接收器。

然而，尽管采用接地电流的想法看起来很有前途，特斯拉还不得不“探明通过大地和大气传播电流的规律”。[75]特斯拉利用休斯顿街实验室的发射器，并再一次在曼哈顿带着一个小的接收器，开始着手确定电振荡如何通过大地传输。他报告说，这些本地测试“使我能够把其在远距离的效应归结为一个简单的电动力学公式或规则。我已经发现这些规律在某些方面是绝对成立的，更进一步的同类试验就不必要了，而其中的主导想法能被用于完善出一台强大的发射器”。[76]

不过，虽然特斯拉很满意能找到通过大地传输的公式，他还是对大气中的情形感到困惑。确实，他相信接地电流能把能量从发射器送到接收器，然而是什么完成了从接收器返回发射器的电路？如果拒绝采用电磁波作为在大气中完成电路的方式，那么何以使系统工作？

大约是在 1896—1897 年，特斯拉被卡住了，他找不到答案。正如他在先前提到的 1896 年 8 月的采访中所说的：“最终，经过对所有方法和条件的长时间研究，主要是实验，我得出了几个精确的事实，以及一个实用演示所需的足够的部件，然后就卡壳了，一卡就是三年。”[77]他在无线传输上还有些事情可做，但终究无法解决回路难题。

特斯拉在 1896 年申请的一个专利表明，他那时的工作重点不是在开发一个采用接地电流的系统，而是在改善振荡器以使之能被用于无线照明和为 X 射线管供电。他还实验了大量电流断续器以便能调节系统中电容器充放电的频率。[78]

由于上述项目中有好几个受益于提高高频电流的电压，因此特斯拉继续通过由大量细线绕成的螺旋线圈来提高电压。[79]特斯拉通过采用这些螺旋线圈，于 1897 年 3 月为一个在发射器和接收器之间只使用一根导线的新的电力传输系统提交了一个专利（图 12.8）。这个系统的特色就是其发射器和接收器，两者在本质上都是变压器。发射器中采用了一个产生高频交流电的发电机。正如在振荡器电路（参见图 10.3）中的做法，特斯拉把这个高频电流输入变压器中由几圈重型电缆组成的初级线圈，发射器侧变压器次级线圈则是螺旋线圈。通过在发射器中用几圈粗电缆做初级线圈和用许多细导线做次级线圈，特斯拉就能把电压提到很高的水平。螺旋线圈外侧的终端接地，而线圈中央的终端被连接到一根把电力带到接收

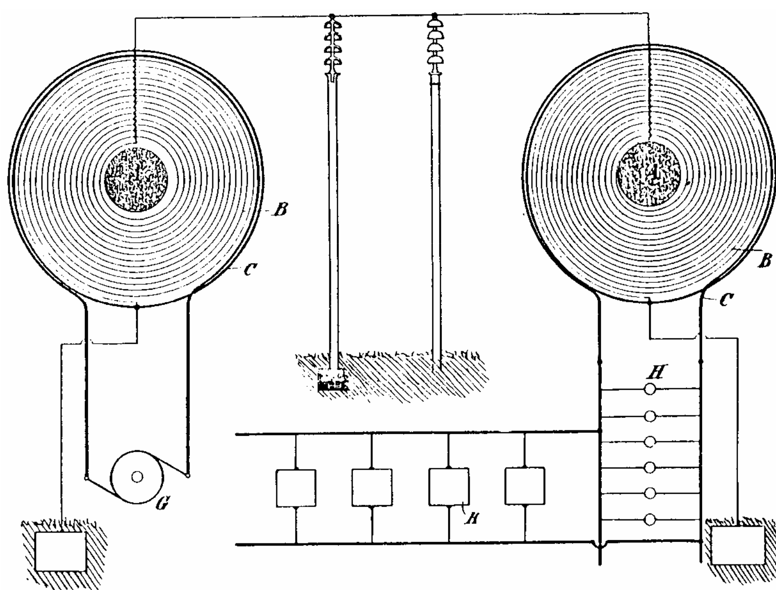


图 12.8　特斯拉 1897 年的电力变压器示意图，发射器在左边而接收器在右边

关键部件：

G　交流发电机

C　发射器中变压器的初级绕组

B　发射器中变压器的次级绕组

B′　接收器中变压器的次级绕组

C′　接收器中变压器的初级绕组

H　白炽灯

K　电动机

图片来源：NT, “Electrical Transformer,” U.S. Patent 593,138 (filed 20 March 1897, granted 2 November 1897).

器的传输线。在接收器侧，特斯拉创建了一个类似的变压器，只是这次螺旋线圈充当初级线圈而重型电缆充当次级线圈。这就使得电压下降到能适用于普通白炽灯和电动机。[80]

在这种方式配置的系统的基础上，特斯拉重新研究起了回路难题。他怎样才能消除连接发射器和接收器的导线以创建一个真正的无线电力系统呢？为解决这一难题，特斯拉重新思考了为什么克鲁克斯管和盖斯勒管在被连接到电源时会发光。在正常大气压力下，多数气体会阻断电传输并充当绝缘体；然而，克鲁克斯为了让管子亮起来，抽空了玻璃管中的大部分气体。在低气压条件下，当高压电流通过时气体会发光。类比推理之后，特斯拉把发射器和接收器之间的导线换成

了一个巨型克鲁克斯管。在休斯顿街的实验室，他在发射器和接收器之间建立了一条约 15 米长的玻璃管道（图 12.9）。特斯拉使用真空泵，把玻璃管中的压力降低到了 120—150 毫米汞柱（8000 米高处的大气压力），并发现这能够创建出一条从接收器返回发射器的回路。[81]当电力通过大地从发射器传到接收器时，特斯拉假定在排空的管子里有一条回路被建立起来了，这是因为稀薄的空气能允许电流从接收器返回发射器。因此对于特斯拉来说，无线传输的秘密不在于经由大气传输的电磁波（也就是辐射），而在于振荡电流能通过低压气体传导。特斯拉在 1898 年 10 月宣布说："电能量的传输是一种真正的传导，不要将它与现在已被普遍观察到和研究的感应或辐射现象相混淆。"[82]在强调电振荡经由传导通过大气时，特斯拉再一次与多数其他发明家和科学家拉开了距离，后者认为赫兹波是一种经由以太传播的辐射。

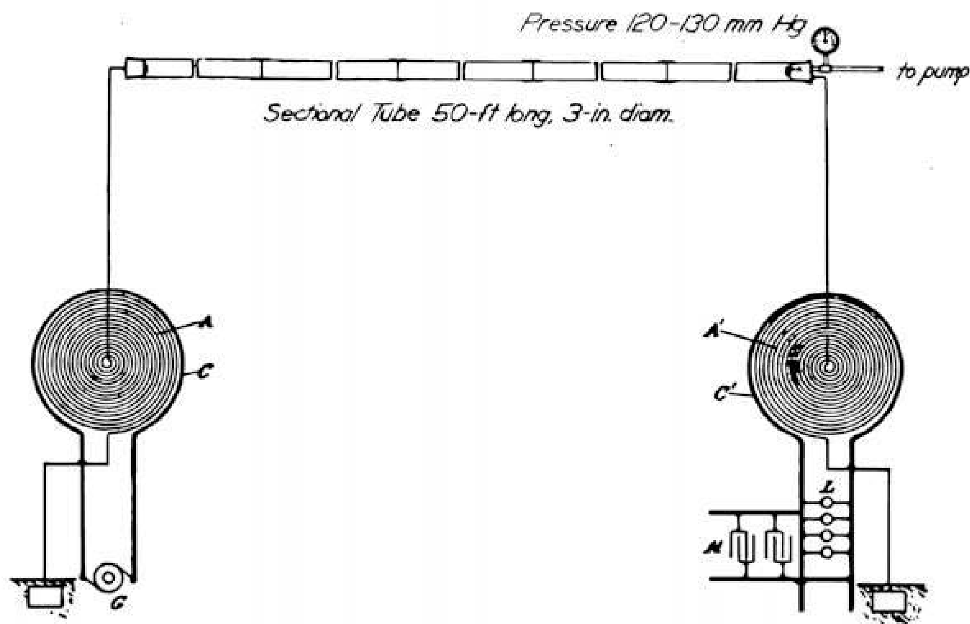


图 12.9 1898 年，特斯拉在休斯顿街实验室中所做的展现通过低压气体传导高频电流可行性的演示。左边是发射器而右边是接收器，顶部是内部气压已降低的 15 米长的玻璃管

图片来源：http://tarielkapanadze.ru/.

在这个展示振荡电流能通过低压气体的实验中真正让特斯拉兴奋的是，这个过程的能效是如此之高；如果电压和频率足够高而气压足够低，那么就能传输大量电力。对于特斯拉来说，“对大气的这些新属性的发现不只是开启了无线传输大量能量的可能性，更为重要的是，它也证实了能以这种方式经济地传输能量。在这个新系统中，距离的影响不大，事实上，可以说毫无影响。在几英里或几千英里上的传输都有效”。[83]我们将会看到，对距离影响不大的信念在特斯拉解释他后来进行的测试结果以及对其系统进行宣告的过程中发挥着支配性的作用。

既然能在一个接近真空的管子中建立回路，特斯拉判断也能在空气稀薄的高空做同样的事。[84]现在要做的只是把发射器和接收器中的螺旋线圈连接到带有大型金属表面的气球（图 12.10）。这些气球漂浮在高空，能使得电流从接收器传回发射器。为了解释特斯拉的新无线系统，《皮尔森杂志》使用了一张描绘气球漂浮在城市天际线的插图（图 12.11）。

为避免在气球上使用数千米长的线缆，特斯拉相信能采取两个步骤：第一是把系统电压提升到百万伏特级别，第二是把发射器和接收器放在高山顶上。关于第一点，特斯拉开始在休斯顿街的实验室实验如何进一步提高发射器的电压。通过采用由环绕主工作室两圈的重型电缆组成的初级线圈以及他偏爱的螺旋线圈，特斯拉能够把电压提升到 250 万伏特，并产生约 5 米长的火花（图 12.12）。为了进一步测试系统的电力，他还带着接收器离开实验室，乘船顺哈德森河上溯至西点，看能否接收到来自实验室的电振荡。特斯拉发现，他可以在实验室外约 48 公里的地方检测到振荡。在这个测试中，特斯拉主要是看能否检测到发射器产生的连续波，因而他并没有发送摩尔斯码消息或声音信号。[85]

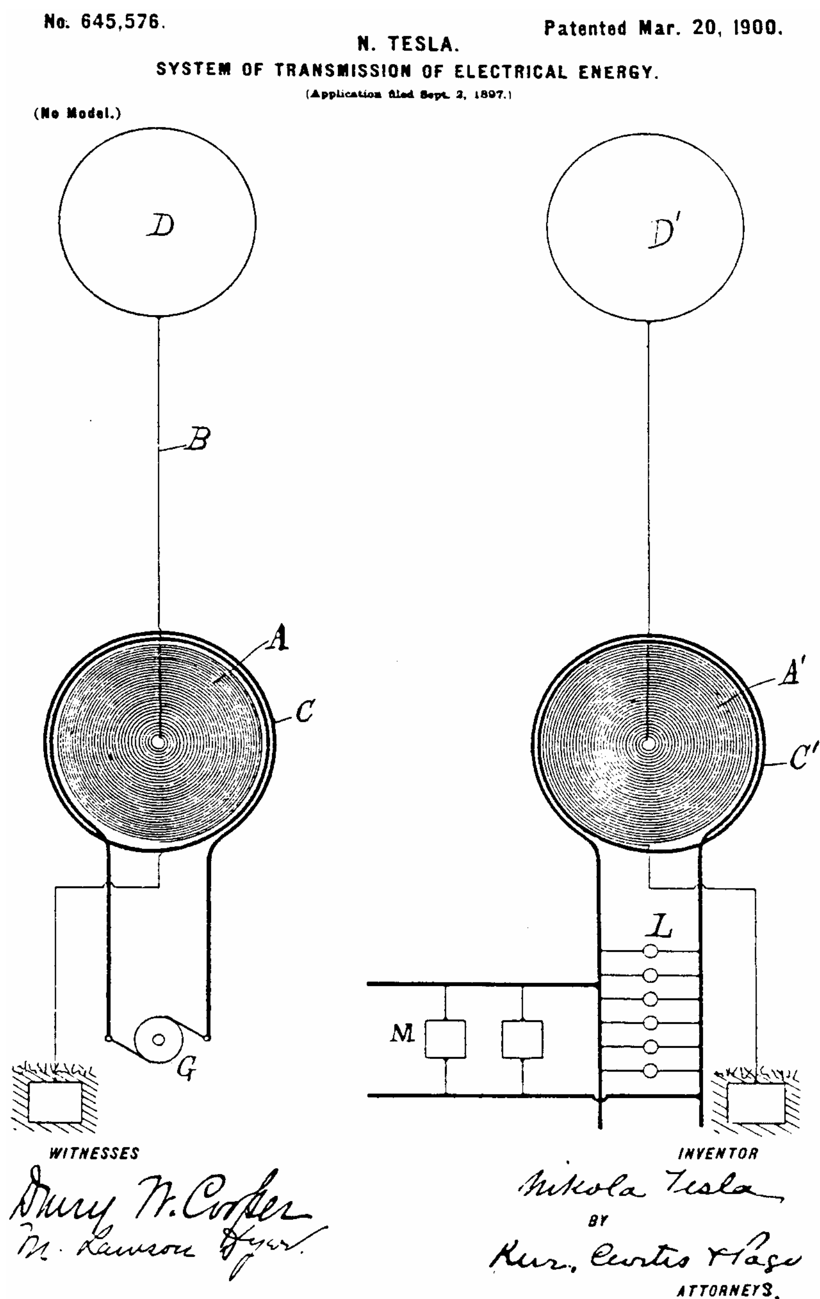


图 12.10　特斯拉 1897 年电能传输系统的示意图，D 和 D′分别是连接到发射器和接收器的气球

图片来源：NT, “System of Transmission of Electrical Energy,” U.S. Patent 645,675 (filed 2 September 1897, granted 20 March 1900).

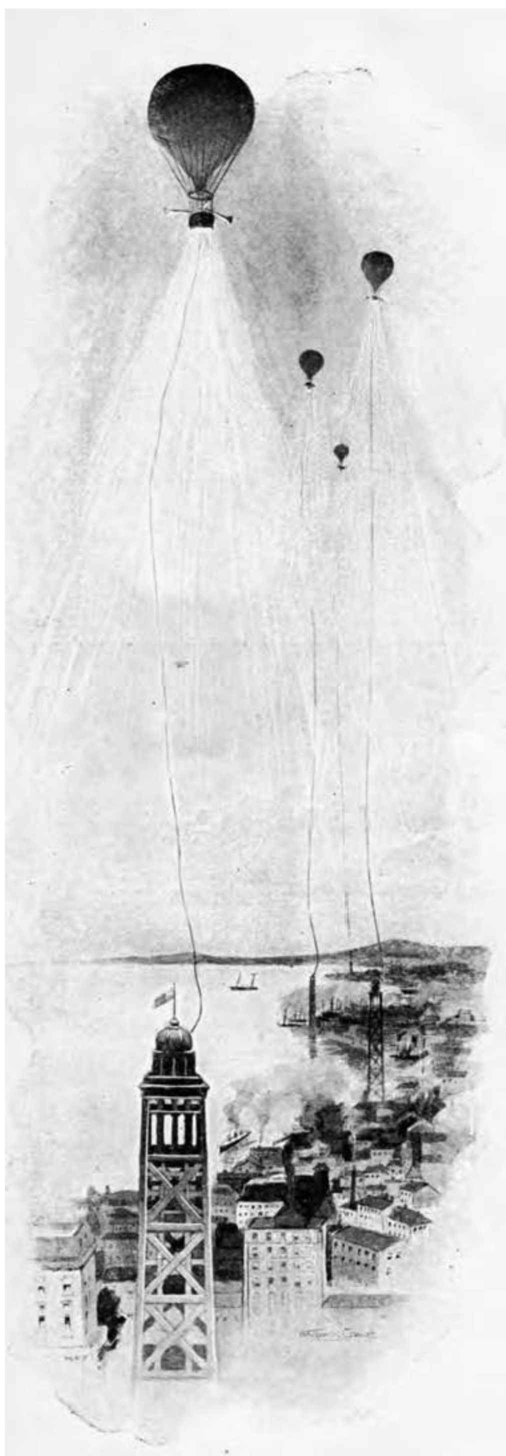


图 12.11　“特斯拉提议的无线电力传输气球站设置。”

图片来源：Chauncey Montgomery McGovern, “The New Wizard of the West,” *Pearson's Magazine*, May 1899, 470–476, on 470, in TC 14:105–111.

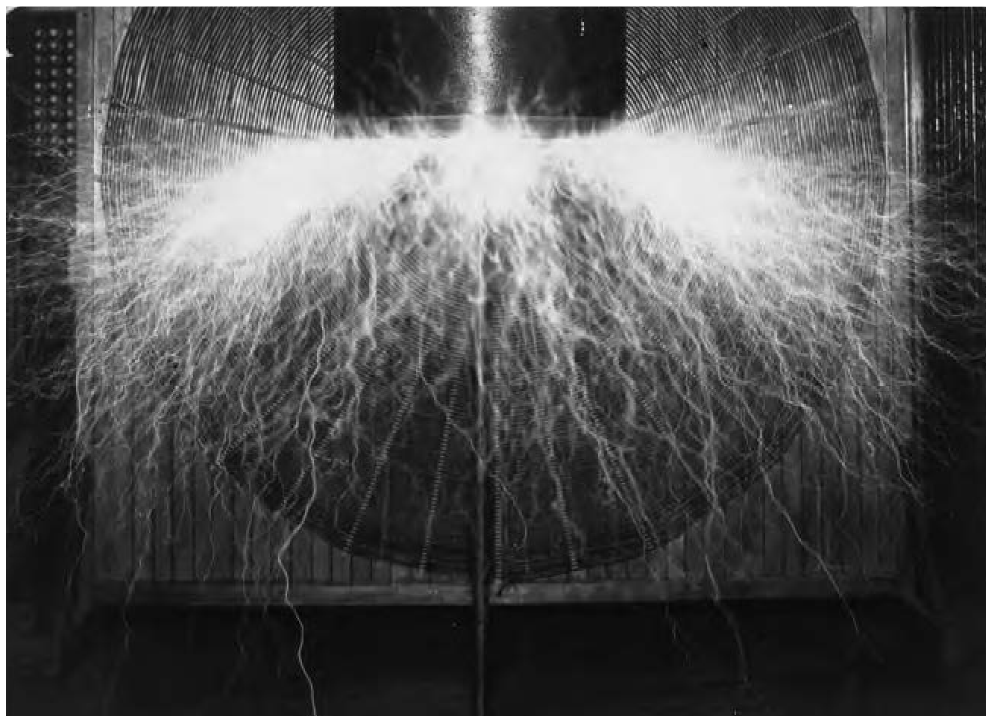


图 12.12 “特斯拉通过自然介质的电力传输系统。——模型变压器（或“振荡器”），工作中的照片。——来自线圈单个圆形终端的光流在空中穿越的距离超过了 16 英尺。——光流覆盖的范围大约为 200 平方英尺。——电压估计为 250 万伏特。”

图片来源：*Electrical Review*, supplement, 26 Oct. 1898, in TC 13:127.

尽管这些实验很有突破意义，然而它们没有告诉他最好把发射器放在哪里？在多高的电压和多高的高度上这个系统会工作？要做些什么才能创建一个能“跨越最大陆地距离”的“能传输足够电力的发射器”？[86]为回答这些问题，特斯拉意识到他需要建立一个超越纽约实验室的更大的试验站。

游说约翰·雅各布·阿斯特四世

然而，要想超越纽约实验室的限制并放大系统的规模，这意味着要花钱。起初特斯拉可能认为资金会来自他与亚当斯在 1895 年成立的尼古拉·特斯拉公司。亚当斯和特斯拉曾希望通过这个公司来吸引商业人士以便能出售或许可特斯拉的无线照明系统专利，并进而把系统投入生产。那么特斯拉就能把交易中的收益用

于开发新发明。但正如我们所见，在整个 19 世纪 90 年代中期，亚当斯和特斯拉的这个新企业却无人问津（参见第十一章）。

因此，特斯拉要在其他方面募集必要的资金。除了在 1898 年 8 月向比利时的阿尔伯特王子（他之前在巴黎见过）展示新系统，特斯拉还从辛普森和克劳福德干货公司合伙人克劳福德那里获得了 10 000 美元贷款。[87]然而这远不够，特斯拉还把目光瞄准了一位大人物：约翰 ·雅各布 ·阿斯特四世上校（John Jacob Astor IV，1864—1912），此人曾与西奥多 · 罗斯福和狂野骑士军团（Rough Riders）一起在美西战争中服役。

阿斯特上校是约翰 · 雅各布 · 阿斯特的曾孙，一亿美元财富的继承人。老阿斯特先是在皮毛贸易，后是在纽约的房地产中发家。作为美国最富有的家族之一，阿斯特家族统治了纽约社会；事实上，在 19 世纪后期美国的社会精英被称为“四百人”，这是因为四百是上校母亲阿斯特夫人纽约家中舞厅大致能容纳的客人数量。阿斯特在哈佛大学受过教育，然后遵循家族传统在曼哈顿投资房地产。阿斯特嫉妒他的表兄威廉 · 华尔道夫 · 阿斯特（William Waldorf Astor）成功地开了一家名为华尔道夫的新酒店，便也于 1897 年在隔壁建造了一间豪华酒店，并命名为阿斯托利亚酒店。两家酒店的组合体很快就被称为华尔道夫–阿斯托利亚酒店，是当时世界上最大的酒店。[88]

但在建造大酒店之余，阿斯特也对科学和技术着迷。阿斯特在其家族物业芬克里夫的一个实验室中鼓捣出过几个发明，包括自行车刹车、能用以从泥炭土中产生汽油的“振动粉碎机”以及用于改善泥路的气动机械。他在 1894 年发表了一部科幻小说《异世旅行记》，描绘了 2000 年的生活及土星和木星之旅。在这部小说中，阿斯特推测了多项新技术，如全球电话网络、太阳能，甚至还有通过调整地轴倾角来改变天气的计划。[89]阿斯特显然是一位技术爱好者，在特斯拉看来必定是一位非常有可能的赞助人。

阿斯特很熟悉特斯拉的工作，因为他是建造尼亚加拉电力站的大瀑布建设公司的董事。阿斯特在 1895 年 2 月送了特斯拉一本他的小说，而特斯拉感谢他说这是“对我们相识的一个有趣而令人愉悦的纪念”。[90]此外，特斯拉经常在德尔莫

尼科用晚餐以便邂逅纽约的富豪，他可能也在晚餐时遇到过这位上校。(《异世旅行记》开篇描述的就是地轴矫正公司在德尔莫尼科的一次聚会。) 1898 年秋，特斯拉搬到了华尔道夫–阿斯托利亚酒店，这也使他能方便地接近阿斯特。

特斯拉曾于 1895 年 12 月邀请阿斯特购买尼古拉·特斯拉公司的股票，不过阿斯特毫无兴趣。[91]现在又过了三年，特斯拉决定再次争取阿斯特，并采用了一个夸张的策略，这个策略类似于十年前他对佩克用过的哥伦布蛋策略（参见第四章）。就像哥伦布一样，特斯拉就要通过其发明来发现新世界，但也就像哥伦布需要依靠伊莎贝拉女王，特斯拉也需要一位强大的赞助人。特斯拉希望他的这样一个角色能吸引这位上校。特斯拉在 1899 年写信说：

> 亲爱的阿斯特，
>
> 我一直坚信你本人对我及我的工作的兴趣是真诚而又友善的……现在我坦白地问你，如果我有像 J.J.A.你这样的朋友，一个富人中的王子，一个不惜牺牲的爱国者，一个言出必行的男子汉，一个认可我的工作并多次支持我的人，难道我有理由相信，当经过数年努力工作之后我终于能够开始从商业角度完善一些重要的、即使按最保守的估计至少也值数百万美元的发明时，他会不支持我吗？

虽然威斯汀豪斯为多相交流电系统给过他 500 000 美元，亚当斯也向他投资 100 000 美元以开发与振荡器有关的“十四项美国专利和许多外国专利”，特斯拉还是解释说，还有一个反对他的“强大集团”（虽然目前尚不清楚这个集团是由谁组成的）。他继续写道：“主要是这个原因，所以我希望几个像你这样的朋友能在此时给我财务上和道义上宝贵的支持。”

特斯拉既已确定要找阿斯特当赞助人，就介绍了他那些奇妙的发明以及它们能怎样彻底改变世界。首先，他鼓吹了其照明系统的优点：

> 我现在做出了一个到目前为止优于白炽灯的电灯，其电能消耗仅为白炽灯的三分之一，并且能永久使用，其维护成本可忽略不计。在旧系

> 统中铜的成本是最重要的一项，在我的系统中则已降低到很少，因为一盏白炽灯所用的导线就够一千盏我的灯用，而后者发出的光是前者的五千倍。上校，我问你，考虑到现在各主要国家在电灯上的投资就达数亿美元，而我在各国都已为我在这一领域的发明申请了专利，单这一点就值多少钱？

特斯拉的策略依然是开发无线照明系统的专利，以达到能以适当的获利卖给能将之投入生产的公司。他告诉阿斯特："惠特尼辛迪加［当时正在开发电气城市铁路］、通用电气或西屋公司迟早会购买我的系统，不然的话它们就会被赶出市场。"

接下来，特斯拉谈起了他的所有其他发明：

> 接着再考虑一下我的振荡器和无线电力传输系统、我的以无线电报远距离控制物体运动的方法、从空气中制造化肥和硝酸的方法、臭氧的生产……还有许多重要的制造方法，例如廉价制冷和廉价制造液态空气等。你会发现，对所有这些做一个合理的估值，我的这么多资产每股低于一千美元我都不会卖。我非常肯定，只要我的一些发明开始投向市场，股票价格就会听我的。

为强调其发明是一项可靠的投资，特斯拉提醒阿斯特，他先前曾与"法国的克鲁索工厂、德国的赫利俄斯公司、奥地利的甘兹公司以及其他公司"成功达成过制造其电动机的合同。特斯拉不只是吹嘘其在过去的研究工作，"平均来说，每一百美元投资的回报是一千五百美元"，而且"我完全有信心我现在手头的资产能取得更好的回报"。

特斯拉觉得应该吊起了阿斯特的胃口，就继续兜售，请这位上校投资 100 000 美元。特斯拉写道，"如果你没那么大兴趣的话，我将处于非常不利的地位"，并且他希望如果阿斯特加入的话，上校的同事克拉伦斯·麦凯（Clarence McKay）和达赖厄斯·奥格登·米尔斯（Darius Ogden Mills）也能加入。最后，特斯拉跟阿斯特再次保证说，如果"六个月后无论你有什么理由不满的话，我都会把满足

你当作我的首要职责”。[92]

在收到这个精心设计的推销游说几天之内，阿斯特与特斯拉签署了一项协议。对阿斯特“置以信任”的特斯拉购买了尼古拉・特斯拉公司足够的股票以拥有多数控制权，而只留给了亚当斯、兰金、布朗和科尼少量股份。[93]为换取 500 股股份，阿斯特承诺投资 100 000 美元并成为公司的董事。当所有这些股份转到阿斯特名下时，这位上校给了特斯拉 30 000 美元的首期付款后就迅即去欧洲旅行了。[94]

马可尼的刺激

虽然阿斯特主要是对特斯拉用振荡器和新电灯完善照明系统感兴趣，但特斯拉并没有过多顾及赞助人的愿望。相反，特斯拉利用阿斯特的支持来追求其在无线电力上的愿景。

特斯拉现在特别急于这样做，这是因为一个年轻的意大利人古列尔莫・马可尼（1874—1937）在其无线系统上所做的事让他担心起来。跟特斯拉一样，马可尼也对赫兹的装置着迷，并于 1894 年开始在博洛尼亚城外其父亲房子的阁楼里开始实验起来。从一开始，马可尼就试图开发一个能发送电报消息的系统，并专注于增加发送报文的距离。为了融资及推广其系统，马可尼于 1896 年去了英国，在那里他能利用其母亲家族詹姆森家族的商业关系，詹姆森家族以威士忌和谷物生意著称。马可尼稳步改善其设备，到 1898 年秋，他能把信息发送 120—160 公里的距离。[95]马可尼不像特斯拉那样私下把设备演示给朋友或偶尔来的记者，而是定期举行关于其系统的公开演示。

英国和美国的报纸对这些演示印象深刻，并开始把马可尼的无线电报吹捧成一个突破性的事物。对马可尼的正面报道惹恼了特斯拉，因为在特斯拉看来，马可尼没做什么新东西。早在 1890 年特斯拉就实验了无线设备，并在 1893 年的演讲中概述了如何远距离发送消息。特斯拉小心避免提到马可尼的名字，于 1899 年在《电气评论》中抱怨说：“人们不由得会钦佩这些实验者的自信与沉着：他们轻率地提出一些观点，用了很短的时日实验其设备，接着就在科学团体面前放手一搏而对这一步的责任毫不放在心上，并继续推进其匆忙形成的并不完善的实验

结果和意见。表演者可能光辉四射，表演可能看起来很有趣，观众也可能兴高采烈，但这种演示的价值一定让人怀疑。”特斯拉忍不住取笑马可尼设备的简陋。不像特斯拉的系统的复杂和强大，其对手的发明是“一个毫无价值的电流中断陷阱，在其中通常有十分之九的电能被浪费了，并且它……只适合刚开始用勒克朗谢（Leclanche）电池和 1.5 美元的感应线圈做电学实验的小男孩玩乐用”。[96]

虽然特斯拉在《电气评论》中避免提及马可尼的名字，但记者们猜测他担心的就是这位年轻的意大利对手。事实上，八卦杂志《城市话题》便开特斯拉的玩笑说，特斯拉负责许诺，而马可尼负责兑现：

> 特斯拉，美国独有的无发明发明家，德尔莫尼科餐厅和华尔道夫–阿斯托利亚棕榈花园的科学家，再一次让我们看到了他的存在。这一次，年轻的马可尼在无线电报上成功的消息是特斯拉做梦都没想到的，而他就只是在《先驱报》上写写专栏——说起这个报纸，我更担心了，因为它会让特斯拉更加自我。他的专栏中充斥着高深的陈词滥调：伏特、电阻、电路、安培以及诸如此类的词。特斯拉说马可尼做的他也能做到。当然，他并没有去做，可能是因为担心别人会照着他做的去做。马可尼把消息在空中传送数英里的理论和实用器械，他都知道，并且也能证明——要是老比尔·琼斯（old Bill Jones）是真的话。事实上，就实际结果而言，两个发明家的方法只有这一点微小区别：马可尼隔空而谈而特斯拉空空而谈。[97]

1899 年 3 月，马可尼成功地横跨英吉利海峡，从法国的维勒姆向英国的南福尔兰灯塔发送了一个消息。特斯拉不甘示弱，宣布说他准备在全球范围内发送瞬时即达的消息。正如他在《纽约日报》上扬言的：

> 纽约人将能与世界各地的朋友和熟人进行私人无线通信。
>
> 到时候［带气球的］电缆塔比起现在你家里的电话来说也不算什么稀奇事。

> 你将能把两千字的报文从纽约发到伦敦、巴黎、维也纳、君士坦丁堡、孟买、新加坡、东京或马尼拉，而所花的时间不会超过现在你拨通电话总机的时间。[98]

特斯拉现在许诺了全球无线电报，他知道必须要拿出成果来。为此，特斯拉决定用阿斯特的钱来建造试验站以便探索出无线系统的操作细节。为建造试验站，特斯拉西进到了科罗拉多州。

第十三章
驻波
（1899—1900）

你能想象出来的都是真实的。

——巴勃罗·毕加索

到 1899 年春，特斯拉所有用以实现其理想的无线电力系统的要素都开始明朗起来：他完善了建造一个强大的高压高频发射器所需的电路，他找出了通过调节电容和电感来使发射器和接收器谐振的方法，他还确信大气能充当其系统的回路。

然而为使这个系统真正能工作，在几个领域还需要进一步的研究。首先，他需要“探明电流通过大地和大气传播的规律”以确保其系统能把电力或信息从一个点发送到另一个点。其次，特斯拉力图“开发一个大功率的发射器”，这意味着他必须要做出能工作于数百万伏特电压的线圈和电容器。最后，特斯拉知道需要把电力或信息发向特定用户，因此他力图改善调谐方法，或者用他自己的话说是，“完善对所传输能量进行个性化和隔离化处理的方法”。[1]

为应对这些挑战，特斯拉决定暂时搬出纽约的实验室，迁往科罗拉多斯普林斯（Colorado Springs），他在那里从 1899 年 5 月工作到了 1900 年 1 月。作为一名富于创造力的实验者，特斯拉在科罗拉多达到了他的巅峰时期，然而他对其通过想象力演化的理想系统的过度自信，却妨碍了对其想法进行严密测试，以及收集确凿证据，而这些都是他后来保护其专利和吸引投资者所需的。醉心于其理想系

统的特斯拉只抓取了成功的初始线索（幻象），却没有去面对随着想法从想象世界进入实体世界而不可避免遇到的问题和挑战。

迁往科罗拉多斯普林斯

科罗拉多斯普林斯位于丹佛以南 100 公里处，海拔约 1800 米，是在 1871 年作为一处山区豪华度假胜地建立起来的（图 13.1）。科罗拉多斯普林斯具有自然美景（派克峰就在镇西）、高海拔、干爽的气候，以及富含氟化物的水。富有的客人们被吸引到这里来，他们希望在这里能够缓解各种疾病，包括肺结核。除了外来的富有游客，附近的克里普尔溪和维克多金矿区也盛产百万富翁，他们在科罗拉多斯普林斯纷纷建造了豪宅。[2]

一篇报纸报道表明，特斯拉曾于 1896 年短暂访问科罗拉多斯普林斯以进行一些无线实验；而 1899 年的迁移是伦纳德·E. 柯蒂斯（Leonard E. Curtis）建议的，柯蒂斯曾是特斯拉专利律师帕克·佩奇的合作伙伴。[3]柯蒂斯为恢复健康搬到了

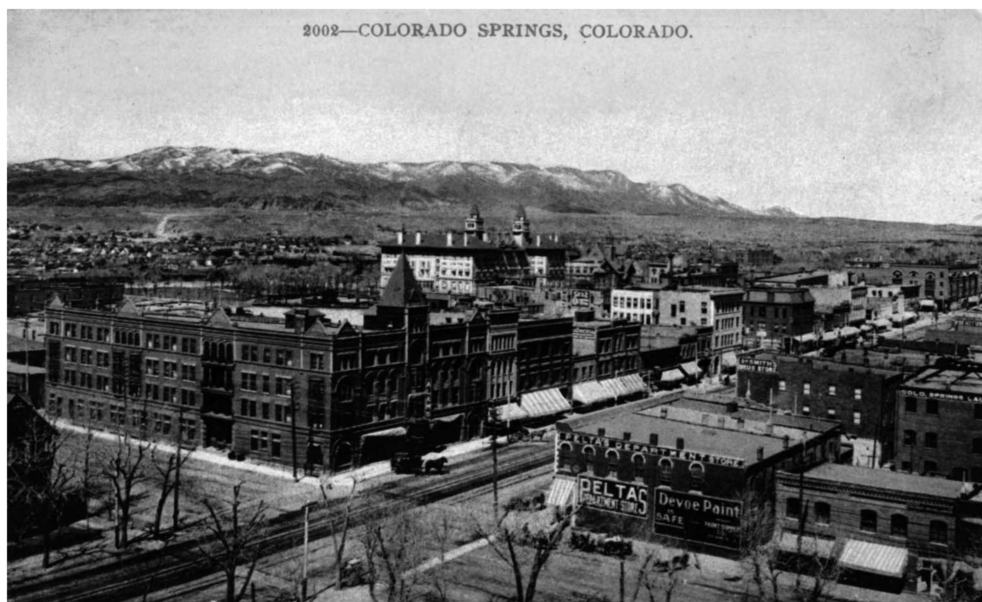


图 13.1　20 世纪早期的科罗拉多斯普林斯

图片来源：简·卡尔森（Jane Carlson）收藏的明信片。

科罗拉多斯普林斯，他也邀请特斯拉来那里进行实验。在科罗拉多斯普林斯郊区，特斯拉建立了比纽约实验室中的更大的系统，并能安全地进行高电压实验。特斯拉告诉柯蒂斯："我［纽约］的线圈产生了400万伏特的电压，从墙上跳到天花板的火花造成了安全隐患。"此外，在山上，特斯拉还能研究电流如何通过地壳以及高海拔处的大气传导。

看到能有机会工作于远离媒体的环境，特斯拉接受了柯蒂斯临时迁入的邀请，并罗列了他的所需："这是一项秘密测试。我一定要有电源、水和我自己的实验室。我需要有一个听命于我的好木匠。这个项目是阿斯特、克劳福德和辛普森资助的。我将在深夜电力负载最小时工作。"柯蒂斯很高兴特斯拉能来，就为特斯拉从当地的埃尔·帕索电力公司安排了免费电力。[4]

特斯拉在去科罗拉多斯普林斯的途中经过了芝加哥，在那里为商业俱乐部做了一次演讲，俱乐部的会员都是风城的商业精英。除了以无线控制船（参见第十二章）演示作为演讲的高潮部分之外，特斯拉还告诉了观众他的一些计划：无线电力传输、向火星发送信号，以及用电力把空气中的氮变成肥料。尽管《芝加哥论坛报》的记者对特斯拉在演讲中"声音小且口音严重"感到失望，然而《芝加哥时报–先驱报》的记者在一对一采访时却发现他充满魅力："在谈及其工作的目的时，特斯拉明亮的眼睛泛着光彩。他身体前倾，几乎一直盯着采访者的眼睛以确保对方明白他的意思。在他身上我们看到了一位受过推理训练的讲话者，做他的听众想走神儿都难。"

在与《芝加哥时报–先驱报》记者的交谈中，特斯拉对星际通信阐述了他的想法：

> 向火星发送信号？我的设备能毫无问题地完成。如果我想向那个星球发一个信号，我非常肯定能把电效应准确地投到我想它们到的地方……还不止于此，我的仪器还能精准接收火星可能发给我们的任何信号。当然，这不等于说我能与火星上的存在物建立通信，但如果它们知道我在向它们发信号，并且它们也具备与我们大致类似的智能，那么通信也不是不可能的。

特斯拉通过《芝加哥时报–先驱报》的采访再一次把自己置于马可尼的对面，但没有提及这位竞争对手的名字。马可尼只是在追求可以赚钱的应用，而特斯拉认为自己在寻找这一新的技术分支的基础性原则。

> 我所做的是发展一门新艺术。难道这不比对已有艺术后续阶段的详细工作更重要吗？我想被后世当成一种新通信方法的开创者来记住。我并不关心实际效果能否立即呈现。如果我有时间的话，我也会开发我所宣布原理的应用，但那部分的工作我通常可以放心地交给别人去做。因为能赚到钱，会有人做的。对我自己来说，能找到指导应用的新原理我就满足了。[5]

特斯拉乘火车离开芝加哥，于 1899 年 5 月 18 日到达科罗拉多斯普林斯。特斯拉一到阿尔塔·维斯塔酒店，就马上有记者上前来问他的计划。"我打算从派克峰发一个消息到巴黎，"特斯拉给出了一个大胆的答复，"对这件事我没有理由再继续保密下去。为了来这里进行这么多实验，我已经准备很长时间了。我来这里是为了做出一个远距离传输系统。我打算把电扰动无线传播出去。"[6]

为了进行这些研究，特斯拉马上开始在城镇东部郊区建造了一个实验站。实验站坐落在一个名为克诺布·希尔的闲置牧场，位于州聋哑人和盲人学院与印刷工人工会之家之间（图 13.2）。（今天这里是基奥瓦街和富特街交汇的地方。）从克诺布·希尔远眺，壮丽的景色尽收眼底，西边是派克峰，东边是起伏的平原。

实验站由当地木匠约瑟夫·多齐尔（Joseph Dozier）建造，是一座约 18×21 米的农场木屋，包括一个主室和前面两个小的办公室。在主室之上，特斯拉让多齐尔打造了一个能打开和关闭的屋顶，还做了一个可以站在上面欣赏乡村风景的露台。特斯拉最初打算用气球把天线带到空中，但他很快意识到已有的气球带不起数十米导线的重量。因此，他设计了一个可伸缩桅杆，能把一个直径约 76 厘米的包铜的球升到约 43 米的高度。为使桅杆稳固，特斯拉在实验站的顶上加建了一个约 7.6 米高的塔。



图 13.2　从派克峰方向看到的实验站，在其中有特斯拉 1899 年 9 月增加的塔和可伸缩桅杆。特斯拉使用较小的塔和悬挂的球来测量电容随离地距离的变化。远处的建筑是印刷工人工会之家

图片来源：Plate I, CSN, p. 299.

特斯拉特别希望能保密其在实验站的工作。多齐尔在实验站的后墙上只留了一扇窗，但当地的小伙子们还是不断地透过这扇窗来窥探，因此特斯拉不得不把它用木板钉了起来。为了把其他好奇的人们赶开，特斯拉在实验站的周围筑起了篱笆，并且加上了“非常危险，保持距离”的标牌。特斯拉的一位助手在门口加了最后一道警告，上边引用了但丁《神曲》中的“入此门者，当弃绝一切希望”。[7]

在装配实验站方面，特斯拉主要是靠他纽约实验室的两位助手：弗里茨·洛温斯坦（Fritz Lowenstein，1874—1922）和一位名叫威利的助理。洛温斯坦来自卡尔斯巴德（Carlsbad）地区（今天捷克共和国的一部分），在1899年移民到美国和为特斯拉工作之前曾在欧洲学习工程学。特斯拉一下子就喜欢上了洛温斯坦，并且很快就开始信任他，并与之分享了无线电力的关键想法。相比之下，威利就只是一名在特斯拉休斯顿街实验室工作的机械师。威利后来也被证实是令人失望的，并且很快被解雇了；取而代之的是，特斯拉雇佣了当地少年理查德·B.格雷格（Richard B. Gregg），理查德的父亲认识柯蒂斯。1899年秋，洛温斯坦离开了科罗拉多斯普林斯，而特斯拉让另一位机械师柯尔曼·思泽图（Kolman Czito）从纽约实验室来协助实验。[8]

在特斯拉的指导下，洛温斯坦和格雷格建造了一台巨大的放大发射器。

在实验站主室中，他们建造了一面高约1.8米、直径约15米的圆筒形木墙（参见图13.7）。环墙的顶部，他们缠绕了两圈粗电缆以建立发射器的初级绕组。在房间中央，他们用一百圈细导线建造了次级线圈。[9]次级线圈的一端可被连接到实验室中的球形终端或桅杆顶上的铜球，而另一端接地。为了给发射器提供交流电，特斯拉利用了刚好从克诺布·希尔牧场边上经过的有轨电车线路。特斯拉采用他重新缠绕过的50千瓦的西屋变压器，就能把来自电车线路的500伏特的电压提升到20 000或40 000伏特。[10]变压器被连接到一大排通过机动断路轮盘来自动中断的电容器（图13.3）。环绕变压器和电容器的，是几个能在初级线圈和次级线圈之间的空地移动的大线圈。[11]

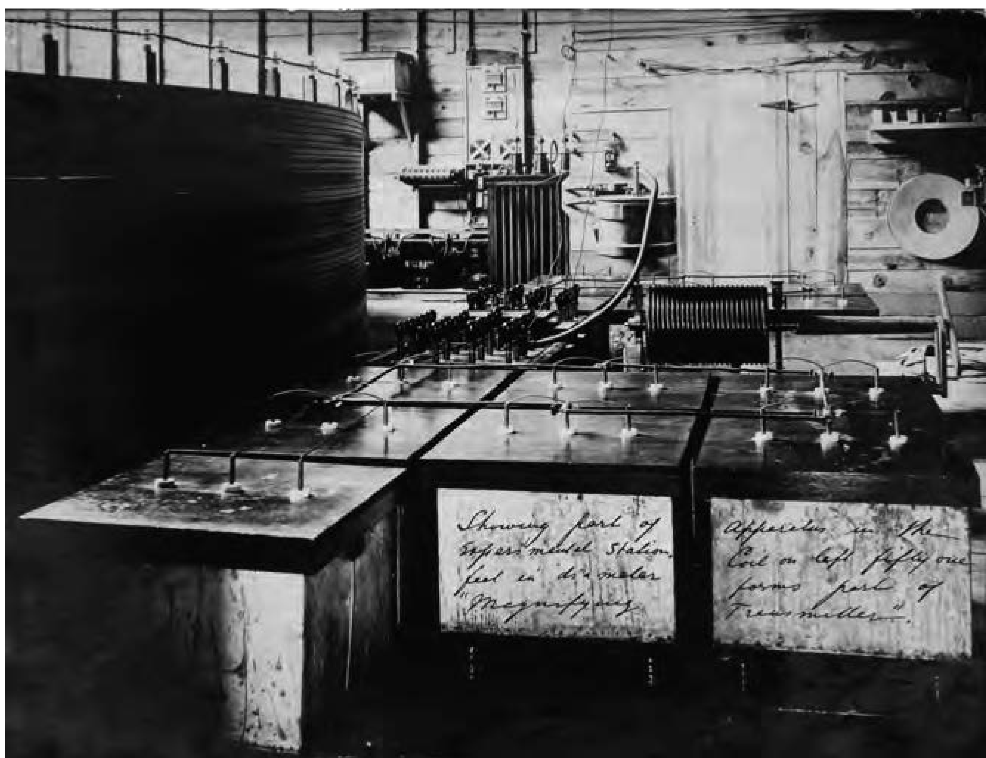


图 13.3　实验站内部向放大发射器初级线圈供电的相关部件

前面是电容器，电容器后面是断路轮盘和调节线圈。在后面墙上是避雷器，而在墙上左侧的盒子里是西屋供电变压器。

图片来源：Plate III, CSN, p. 301.

把握大地的脉搏

随着实验站的逐渐成形，特斯拉不只是领略到了科罗拉多斯普林斯的自然美景，更是领略到了其对于科研的优势。他后来写道：“我到那里没几天就开始庆幸自己做了一个多么棒的选择，并心怀感激充满希望地开始了我那已演练多时的工作……这得益于那里让人神清气爽的美好气候。在那些地区人的感官发生了明显的生理变化，变得异常敏锐。眼睛变得异常清澈，视力提高了；耳朵感觉清爽，对声音听得更清楚了。在那里［很远］距离的物体也能被清楚地分辨出来……七八百公里外［也能听到］雷鸣。”[12]

6月底7月初，洛温斯坦和格雷格继续装配实验站，特斯拉也开始在这种干净清晰的环境中做观测。由于他的意图是让发射器通过大地向远距离的接收器发送电流，因此马上要做的事就是研究大地的电势及留意其如何变化。因为纽约的各种系统（电报的、电话的、照明的和交通运输的）产生了太多的电气干扰，因此特斯拉一直无法可靠地测量大地是否具有天然的电势或电荷。如果无法对大地充电，那么特斯拉将不得不用其放大发射器产生巨量电力以使大地产生电振动并远距离传输电力。在足球隐喻（第十一章讨论过）中，没有充电的大地就好比是只有少量气体或无气体的足球。然而，如果大地已经具有电势，那么特斯拉只需向其中注入少量电力就能把它传输出去；充电的大地相当于一个完全膨胀的足球。[13]

为研究大地的电势，特斯拉装配了一个由粉末检波器和墨水记录器组成的仪器。粉末检波器由两终端之间充满松散铁屑的一个玻璃管构成；每当检测到高电压（比如说来自电火花或电磁波的），铁屑就会排列起来以在两个终端之间形成传导通路。由于铁屑在检测到信号后会继续保持排列而不是恢复到初始状态，所以有些实验者会用小锤把铁屑敲松；在特斯拉的设计中，他用了一个能使检波器定期旋转的发条装置。[14]

为了提高检波器的灵敏度，特斯拉把它放在了变压器的次级电路中，而变压器的初级电路被连接到大地以及可调电容器的一个高架终端。这意味着大地电势的任何变化都会增加初级绕组中的电冲击，并进而在次级绕组和检波仪器中感应出电流。采用这种实验设置，特斯拉发现"大地中……确实充满着电振动，我也很快就深深地沉浸在这种有趣的研究当中"。[15]

特斯拉很高兴发现了大地确实有电势，下一步要知道的是电流如何流经地壳。为确定这一点，特斯拉用接收器仔细地监视电振动，并很快注意到很远处雷暴中的闪电放电比附近雷暴中的闪电放电对其接收器的影响要强烈得多；而按照常理，越远处的闪电放电在接收器中产生的信号应该越弱。特斯拉回忆道："这让我非常困惑。到底是什么原因？"[16]

特斯拉很快就有了一个预感。有一天晚上他和洛温斯坦一起走回酒店时，他突然意识到，如果是闪电在地壳中形成了驻波，那么就会造成上述差异。两个波

沿相反方向传播时，其相位叠加产生一个波幅静止的新的单一波，这就是驻波。[17]驻波的一个简单的例子是当摇动另一端固定在墙上的绳索的一端时发生的情形。当绳索没有固定的一端振动时，就会有一个波沿绳索传到墙上；到达墙之后，波接着就会沿着绳索被反弹回来。如果把输入的振动调整到与绳索的共振频率一致，那么这两个波就会叠加起来产生一个波峰和波谷看起来都不动的单一波。就像机械振动能沿绳索传播，奥利弗·洛奇也在 1887 年证明了电磁振荡能沿导线或导体传播，在某个点被反射并形成驻波。[18]在闪电放电的情形中，特斯拉猜测，闪电冲击在地壳中产生了一个电磁波，电磁波及其反射波叠加形成驻波。特斯拉在准备 1893 年富兰克林学会的演讲时，首次想到了大地中可能有电磁驻波，但当时他“放弃了这个荒谬和不可能的想法”。而现在在科罗拉多，特斯拉注意到：“我的本能被唤醒了，在某种程度上我觉得一个重大启示正在召唤我。”[19]

通过追踪 1899 年 7 月 3 日的一场大雷暴，特斯拉证实了他的直觉。那天晚上，一场猛烈的暴风雨爆发于西边的山上，经过科罗拉多斯普林斯，然后迅速移向了东边的平原。根据特斯拉的记录，暴风雨产生了一场“恢宏的闪电，两小时内发生了不少于 10 000—12 000 次放电。闪电几乎没有停过，就算是在夜里暴风雨减弱时，每分钟还能看到 15—20 次放电。有些放电异常灿烂，可以看到 10 或 20 多个分支”。

为测量这些闪电放电，特斯拉把旋转检波器连接到了大地和一个高架金属板。为放大通过大地传输的电效应，他在检波器和大地之间插入了一个电容器。而为了记录每一次闪电的放电量，他用了一个电报继电器，检波器会让电报继电器发声。他在笔记中记录道：“继电器并没有被调节得很敏感，不过当暴风雨还在 80—100 英里［约 130—160 公里］外时，继电器就开始响了。通过响声的速度可以判断距离。随着暴风雨越来越近，就不得不把检波器调节得越来越敏感，直到达到了弹簧弹力的极限。就算这样，还是能把每一次放电都检测到。”[20]

当暴风雨经过头顶时，特斯拉迅速设置了另一个仪器。他把一个电门铃连接到大地和高架终端，因此每一次闪电放电时门铃都会响。这种设置类似于俄国物理学家亚历山大·波波夫（Alexander Popov）1895 年用过的闪电探测器。[21]特斯

拉在这个仪器中加了一个小的火花隙，当闪电发生时，火花隙中就会跳过一个明亮的火花。为了对在大地和高架金属板之间通过电流的强度有个直观感受，特斯拉用手跨接火花隙去感受每一次闪电的冲击。

“但随着暴风雨的消退，”特斯拉记录道，“我得到了最有趣和最有价值的观测。”随着暴风雨向东移到平原地带，特斯拉又用回了旋转检波器和继电器。他在笔记中记录说：

> 仪器再次被调节得更加敏感，能很容易地响应看到或听到的每一次放电。仪器这样响应了一会儿，就停下来了。这可被解释为闪电现在离得太远，可能已在五十英里［约 80 公里］以外。突然之间仪器又开始响应起来，尽管暴风雨在快速地走远，仪器所检测到的强度却在持续增强。过了一会儿，仪器的指示又停止了，不过半个小时之后，仪器又开始记录了。当仪器再次停止时，就算把它调节到精准度非常高，仪器还是没有反应。不过大约半个小时之后，它又开始响应了，现在弹簧被继电器拉得很紧，但还能指示出有闪电放电。此时暴风雨早就移到了视野之外。再次把仪器的灵敏度调节得非常高，一段时间之后它又会周期性地指示有放电。现在暴风雨至少已在两百英里［约 320 公里］以外。后半夜差不多每半个小时仪器都会周期性地有响应和无响应，直到拂晓。[22]

在解释为什么信号会每半小时周期性地发生和停止的问题上，特斯拉的结论是他观测到了电磁驻波。他推断，闪电冲击在地壳中产生了电磁波，电磁波及其反射波合成了驻波。特斯拉不确定波是在哪里被反射的。他注意到：“很难相信反射是发生在地球表面处于相对位置的另一个点，尽管这是有可能的。但我宁愿认为它们是从云中传导路径开始的点反射的；在这种情况下，闪电击中地面的点会是一个节点。”[23]由于这个节点会随着暴风雨的持续移动而变化，而特斯拉的接收器固定在一个位置，因此接收器会随着驻波波峰通过接收器下方的大地而周期性地作出响应。[24]

后来人们发现，有可能在电离层与地表之间的、被称为舒曼谐振腔体的空间

中形成电磁驻波，而不必在地壳中。通过采用极低频（ELF）波，美国海军发现驻波能渗透到海洋深处，从而能够与核潜艇保持无线联系。从 19 世纪 90 年代直到 2004 年，海军在威斯康星州蚌湖和密歇根州里帕布利克运作了两个能把 ELF 信号传送给潜艇的站点。为传输 ELF 信号，这些站点需要有长达约 45 公里的地下天线。[25]海军的 ELF 项目表明，特斯拉可能确实检测到了雷暴产生的驻波。他的观测是基于实际存在的物理现象。

特斯拉认为电磁驻波的发现“意义重大”，因为他现在不仅知道大地能被充电，还知道电磁波如何通过大地。在这个发现之前，特斯拉认为地球可能“就像是一个巨大的水库或海洋，尽管其局部能被某种振动干扰，但整体上或大部分是静止和无反应的”。在这种情况下，电磁波（例如闪电所产生的）会行进一段距离然后就逐渐消失，就像当一块石头掉进大海里，落点附近激起的水波最强，而随着一个个同心圆向外传播水波会慢慢消散。然而，驻波的存在告诉特斯拉，对于电磁波来说，大地并不像是个海洋。特斯拉解释说：“尽管看起来不可能，我们这个体积巨大的星球，其行为与尺寸有限的导体没什么两样。”他得出结论说，如果驻波能由闪电生成，那么“可以肯定的是，它也可以由振荡器来生成”。[26]在科罗拉多斯普林斯的后续实验中，特斯拉努力产生类似于他在雷暴中所检测到的低频波。

对于特斯拉来说，驻波的发现意味着他的系统比马可尼的设备能覆盖更为广大的范围。的确，马可尼横跨英吉利海峡发了一个消息，但现在特斯拉觉得他能在全球范围内传输消息和电力。特斯拉后来写道：“不只能做到向任意距离无线发送电报消息，而且还能做到把人类语音的微弱调制信号传遍全球，还有就是，把无限量的电力几乎无损耗地在地球上传输任意距离。”[27]

雷暴不只让特斯拉发现了驻波，他在接下来的几个月里还继续追踪雷暴以确定他的发射器能把电能传送多远。他解释说：

> 我是通过与几乎每天发生的闪电放电比较来做这件事的。通过对比在一定远距离处闪电放电所传输的能量，我就能够断定我发射器的效应，然后再通过实验查明它所能传输的能量。我能追踪数百英里的距离，也

能随时精准地讲出在全球任一点的电路能从我的发射器中取得几分之几瓦特的能量。通过实验探明的能量与通过计算确定的完全一致。[28]

特斯拉在这里运用了类比推理。他会观测雷暴的移动，确定它在多远处，并用他的仪器测量驻波的强度如何随距离变化。然后特斯拉就认为，如果雷暴能在如此这般的距离上传输这么多能量，那么用他的发射器在同样的距离上发送能量也应当没有问题。特斯拉写道："我精力十足地投入到放大发射器的开发中，而现在看到了这些巨大的可能性，最初生产大功率发射器的意图就不那么重要了，更重要的目标是学习如何构建最好的发射器。"[29]但在他开展这个任务之前，他的仪器检测到了另一套有趣的信号。

一个星际消息？

特斯拉对于发现电驻波能在地壳中形成兴奋不已，并继续改善其仪器以便能检测到最远达 1770 公里处的微弱电扰动。特别是，特斯拉把检波器连接到了另一个振荡器，这个振荡器能向电路中注入射频（RF）电压，使得检波器充分充电，并准备好响应哪怕是最小的电压变化。采用这个注入的射频电压之后，特斯拉可以在检波器电路中连接一个电话接收器，因此每当检波器检测到电磁振荡时他都能听到哔哔声。[30]在某种程度上，他认为这样一个敏感的仪器能用于追踪风暴的速度和方向。特斯拉知道英国、德国和美国正在扩充海军（参见第十二章），他认为战舰可利用这个风暴追踪设备来避开恶劣天气。[31]然而，这个高度敏感的接收器带来的是另一项发现。一天晚上，特斯拉惊讶地检测到包含规则哔哔声的微弱振荡：先是一声，然后两声，最后是三声。特斯拉后来回忆说："我第一次观测到[这些哔哔声]，真是又惊又喜，因为其中表现出某些神秘的东西，但并不是说是超自然的……我觉得就像是看到了一种新知识的诞生或一个伟大真理的启示。"

特斯拉对于哔哔声的"数目和顺序如此清晰"感到很困惑，他首先考虑它们是否是"太阳、北极光或大地电流产生的电气干扰，而我敢肯定这种变化的信号都不是上述原因造成的"。特斯拉否定了太阳或地上的可能的原因，但在科罗拉多

时看来他还是不能确定这些异乎寻常的信号的原因。在接下来的一年左右（1899—1900），他继续思考关于这些不寻常的观测，直到“我头脑中突然有了一个想法，我观察到的扰动可能要归结为某种智能控制。虽然我不能解释它们的含义，但在我看来不可能认为这些信号的产生纯属偶然。我越来越强烈地感觉到，我是第一个听到跨星球问候的人。”[32]1900 年底，他得出结论，哔哔声一定真的是来自另一个星球，并且他在 1901 年 1 月致美国红十字会的一封信中宣布了这一结论（将会在第十四章讨论）。

在最早关于这些哔哔声的采访中，特斯拉只是坚持认为这些信号在本质上是天外来客，不过记者们很快就认定这些信号一定是来自火星。[33]在 19 世纪 70 年代后期对火星的研究中，意大利天文学家乔凡尼·维尔吉尼奥·斯基亚帕雷利（Giovanni Virginio Schiaparelli）在这颗红色星球上观测到了长而直的线性结构的网络，并在地图上将之标记为“canali”（河道）。但这个词在翻成英语时被误译为“canals”（运河），许多人便得出结论它们不可能是自然力量造成的，而是火星上有智能生命的指示。美国业余天文学家帕西瓦尔·罗威尔（Percival Lowell）进一步发展了火星上有智能生命居住的想法，他在亚利桑那州弗拉格斯塔夫建造了一个专门观看火星运河的观测站。罗威尔在 1895 年的《火星》一书中认为，该星球遭受了严重的干旱，而运河是火星人的一个巧妙应对，用以从极地冰帽把水引到星球的中部。[34]罗威尔关于火星智能生命的想法通过报纸和杂志广泛传播，特斯拉一定知道这些理论。正如我们所见，马丁曾在 1895 年的文章中推测特斯拉的振荡器可被用于“呼叫”火星人（参见第十一章），而特斯拉在 1899 年 5 月芝加哥演讲中也阐述了这些可能性。

尽管特斯拉曾在 1899 年夏天要乔治·舍夫（George Scherff）送他一本天文学的书，但他在科罗拉多的笔记中没有提到这些外星信号。因此，特斯拉的传记作家一直困惑于他用敏感的接收器检测到的到底是什么。特斯拉用其接收器听到的、他认为是来自火星的消息，其实会是什么呢？

传记作家马克·赛费尔（Marc Seifer）提出的解释是，特斯拉接收到了马可尼 1899 年 7 月与英国和法国海军所进行的测试当中的信号。[35]这个解释中的疑点

是，特斯拉的接收器并没有被调谐到马可尼所用的频率。根据肯尼斯・L. 科勒姆（Kenneth L. Corum）和詹姆斯・F. 科勒姆（James F. Corum）的研究，马可尼当时传输的是射频频率，而特斯拉的接收器被设置成了检测 8—22 千赫范围的甚低频（VLF）波。[36]特斯拉相信低频波能更有效地通过地壳传播，因此选择了那个波段。此外，马可尼 1899 年的发射器只是由电池供电，可能没有足够的能量产生出从英格兰传到科罗拉多的波。事实上，在 1901 年为了跨大西洋传输信号，马可尼不得不开发一个供电系统，在其中 25 马力的蒸汽发动机驱动一个交流发电机产生 2000 伏特的电压，并接着被调升到 20 000 伏特。[37]

科勒姆兄弟否定了特斯拉只是接收到了马可尼信号的解释，而反过来认为特斯拉确实检测到了外星无线信号。科勒姆兄弟在明确了特斯拉的接收器运作于甚低频范围之后，接着研究了在 1899 年夏天可能会有什么样的甚低频信号来自太空。他们后来发现，木星的卫星木卫一在穿过环绕木星周围的带电等离子粒子环时，会发射出 10 千赫兹的信号（图 13.4）。人们在 1955 年首次发现，来自木卫一的无线信号通常表现为一系列脉冲。为了验证他们的解释，科勒姆兄弟重建了特斯拉的接收器。他们在 1996 年木星射电暴期间启用了它，并记录到一系列类似于特斯拉在 1899 年报告说他所听到的哔哔声。

最后，为了解释特斯拉为什么把这些信号跟火星关联起来，科勒姆兄弟用天文软件确定了 1899 年夏天木星和火星在科罗拉多斯普林斯夜空中的位置。通过这个软件，他们发现 1899 年 7 月有几个晚上木星在某些时候发出信号，不过就在火星出现在天空西边时，木星停止发出信号。如果特斯拉在听到哔哔声停止时向实验站的门外看，他就会看到火星消失在山的后面，这会使他很容易把这颗红色星球跟信号的停止关联起来。就跟特斯拉检测到舒曼谐振腔体中的驻波一样，科勒姆兄弟认为特斯拉这次观测到的也是真实的现象。[38]

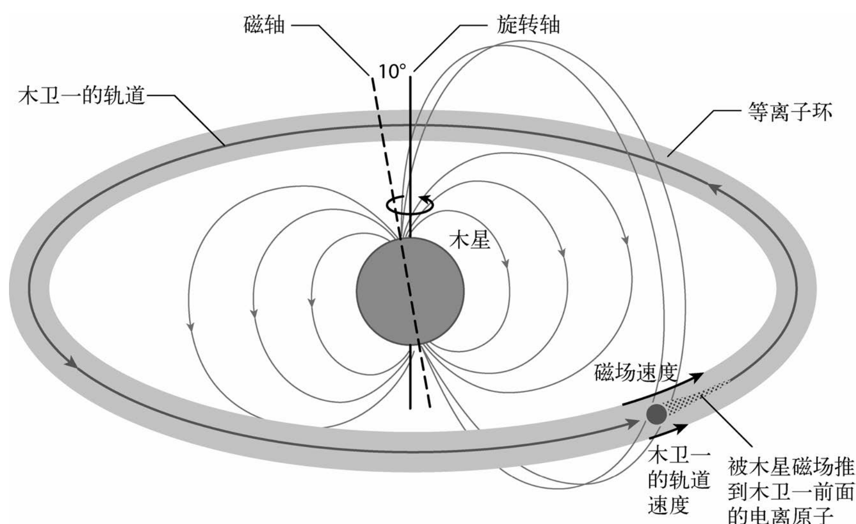


图 13.4　木卫一穿过带电粒子环示意图

当木卫一在木星磁场中推动带电粒子时，产生了电磁波。由于木卫一围绕木星旋转的轴与木星的磁场轴不平行，当木卫一依次扫过磁场强弱不同的部分时，在其产生的波中就包含了脉冲。

据以下图重绘：http://physics.uoregon.edu/~jimbrau/BrauImNew/Chap11/FG11_20.jpg.

运行放大发射器

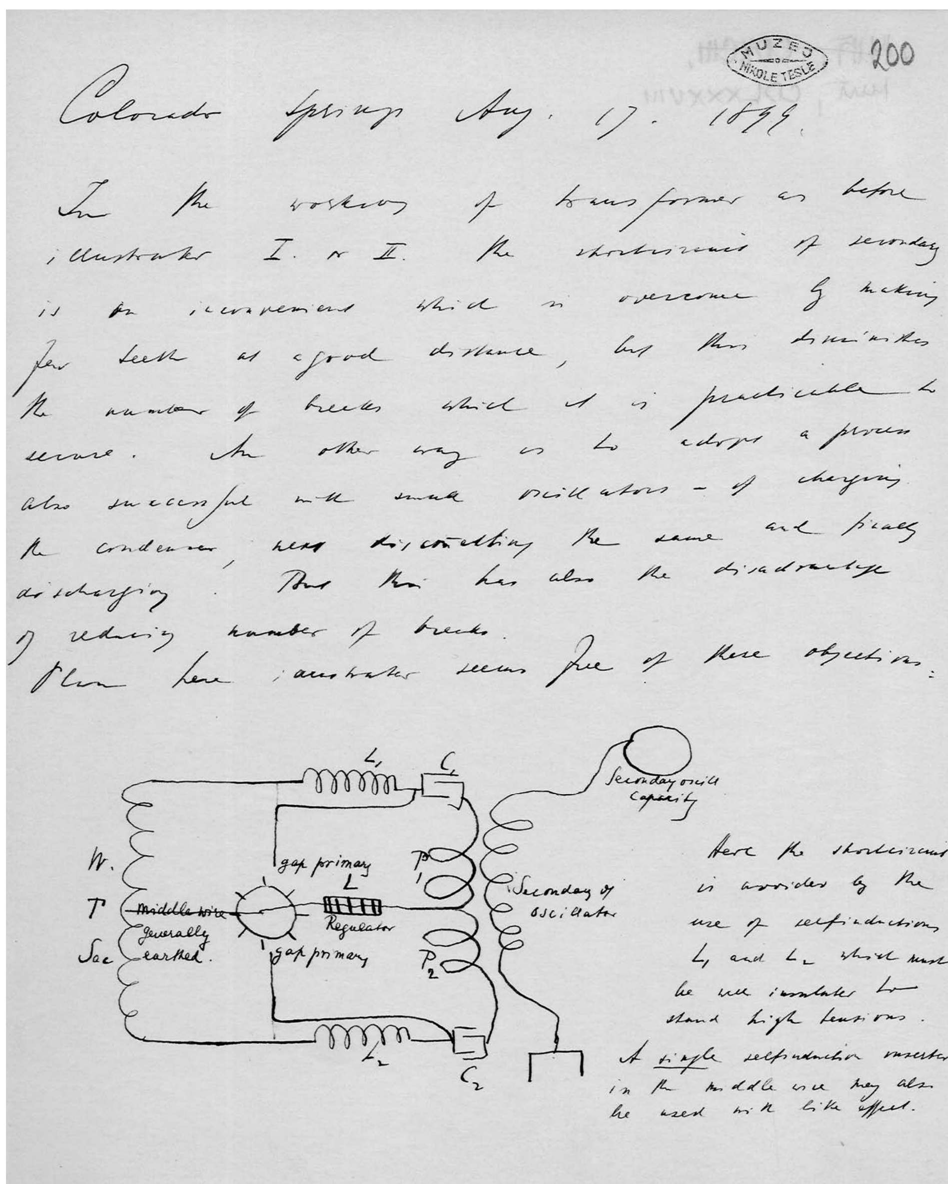
7 月下旬，特斯拉的助手完成了放大发射器的组装，他的工作也从监听大地和天空转移到了研究如何最好地操作这台大机器。在休斯顿街的实验室，特斯拉已经能够产生高达 300 万伏特的电压和 5 米长的放电；在科罗拉多采用这个更大的放大发射器后，他希望能产生 5000 万伏特的电压和 15—30 米长的人工闪电。[39]

特斯拉在实验站典型的一天开始于骑车从阿尔塔・维斯塔酒店到克诺布・希尔。他会花费上午的时间在实验室角落的办公室里做计算、计划下一轮实验以及与洛温斯坦进行长时间的讨论。中午，特斯拉和洛温斯坦会享受酒店送来的午餐。由于埃尔・帕索电气公司的主要业务是提供电气照明，因此白天它的发电机可能不会开，而特斯拉不得不等到傍晚通电时才能开始用放大发射器进行实验。[40]少年助理格雷格回忆说，当特斯拉把开关合上时，“巨大的火花在高处的球之间倾泻。火花经常都有 15 或 20 英尺［约 4.5 米或 6 米］高，就像闪电一样。火花产生的巨大轰隆声在实验室里回荡，在一段距离之外都能听得到”。[41]

特斯拉试图操作放大发射器产生一个能通过大地发送的强大电流。为此，他需要把电压抬得尽可能高并确定通过大地传输的最优频率。为提升电压和调节频率，特斯拉改变着向放大发射器初级环路提供电力的每一部件的参数值（这些部件可见于图 13.3）。他或者提高西屋变压器过来的电压，或者修正控制电容器放电的断路轮盘的速度，或者改变为初级线圈供电的电容器的大小，或者在初级线圈中有时用一圈，有时用两圈电缆（图 13.5）。此外，特斯拉还实验了圆筒墙内的部件：他尝试了用几个不同的线圈做次级线圈，也尝试了把“额外的线圈”以不同的方式放在发射器电路中。在他在科罗拉多的最初几个月里，次级线圈和“额外的”线圈都被放在了直径约 15 米的圆筒的中央，但在最后的几个月里，特斯拉通过把导线在圆筒墙上缠了 20 圈而创建了一个新的次级线圈，然而额外的线圈还在圆筒的中央。[42]

特斯拉还通过把次级线圈和额外线圈连接到不同大小的包铜的球来改变次级电路的电容。为把次级电路调谐到期望的频率，特斯拉调节了球形终端的高度，并且很快发现他必须把球架到实验站的屋顶上，才能快速地调谐发射器。因此，他在 9 月份安装了可伸缩的桅杆，使得他可以把球升到约 43 米高。在秋季，特斯拉仔细地测量了次级电路的电容如何随球的高度而变化。

对于习惯于电路板上或计算机模拟中的标准电子元件的现代电气工程师来说，改变元件和采用不同电路配置是很容易的。然而，对于在 1899 年工作于放大发射器的特斯拉来说，我们要记得那时既无标准元件也无方便的仪器可测量像线圈或电容器这样的元件的参数值。就像我们提到过的，每一个线圈都需要经过仔细的缠绕、测量和调节以便使它具有必要的电感。此外，鉴于特斯拉想要得到的电压和频率，其中许多部件是非常巨大的（相对现代电子设备而言），并且改动起来需要几天时间。例如，特斯拉不止一次增加了放大发射器中电容器的大小；为此，他的助手不得不建造很多大容器，在其中填满盐水溶液，然后增加必要数量的玻璃瓶。为确定需要多少打瓶子（以及是用香槟瓶子还是用附近科罗拉多温泉装水的瓶子），特斯拉不得不按瓶子的形状计算介电性能。因此，放大变压器的改动可能需要数天时间。[43]



Colorado Springs Aug. 17. 1899.

In the working of transformer as before illustrated I. & II. the shortcircuiting of secondary is an inconvenience which is overcome by making few teeth at a good distance, but this diminishes the number of breaks which it is practicable to secure. An other way is to adopt a process also successful with small oscillators — of charging the condenser, next disconnecting the same and finally discharging. But this has also the disadvantage of reducing number of breaks.
Plan here illustrated seems free of these objections:

Here the shortcircuiting is avoided by the use of selfinductions L_1 and L_2 which must be well insulated to stand high tensions.
A single selfinduction inserted in the middle wire may also be used with like effect.

图 13.5　特斯拉在科罗拉多斯普林斯笔记中的典型电路草图

关键部件：

W.T.　西屋变压器次级线圈

L_1, L_2　电感线圈

C_1, C_2　电容器

P_1, P_2　放大发射器的初级绕组

图片来源：NT, 17 August 1899, CSN.

为操作放大发射器，特斯拉必须仔细调谐所有线圈（初级线圈、次级线圈和额外线圈），使得每个线圈都跟在它之前的线圈谐振，从而以他期望的方式调升电压。同时，为调节振荡器的波长，特斯拉发现了一个一般的经验法则：次级或额外线圈中绕线的长度应当是期望波长的四分之一。[44]

为估计放大发射器运作时的电压，特斯拉会快速打开和关闭向发射器初级电路供电的开关；电流的这种中断导致巨大的火花飞离连到次级或额外线圈的球体。根据特斯拉学者和工程师亚历山大·马林契奇（Aleksandar Marinčić）的估计，当火花达到 2—4 米长时，发射器可能运作于 200 万伏特。但很快，特斯拉就能运行发射器使之产生能跳过约 4.9 米间隙的光流。由于特斯拉为节省建设费用而把建筑尺寸算得太尽，光流离建筑物的边缘只有两米左右，并且这些人工闪电不止一次把实验站烧着了。[45]

有一次特斯拉在支撑发射器初级线圈的圆筒墙的里边时，被高压光流吞没了。他回忆说：

> 对于强电流的开合，我做了一个特别的开关。这个开关很难拉，而我就加了一个弹簧，因此只要碰一下手柄，开关就合上了。我让一个助理去镇上，而我就独自进行实验。我关上了开关，到线圈后面去做些检查。就在这时，突然之间开关合上了，整个房间里都充满了光流，而我无路可逃。我试图打破窗户，却因手上没有工具而徒劳无功，所以就只能趴在地上从［光流］下爬过。初级线圈上的电压高达五十万伏特，而我不得不躲着光流爬进狭窄的空间［即圆筒墙内］。房间里的亚硝酸气味是如此强烈，让我几乎不能呼吸。光流虽然强度不大，然而其覆盖面巨大，因而迅速使氮氧化。当我进到狭窄的空间时，它们［即光流］差不多要烧到我的后背了。我逃掉了，并在建筑就要开始燃烧时勉强关掉了开关。我抓起一个灭火器，终于将火势压了下去。

尽管这次经历非常可怕，特斯拉还是被他刚刚与之搏斗的这股力量迷住了。正如他给朋友罗伯特·安德伍德·约翰逊写信介绍他在科罗拉多斯普林斯的时光时所

说的："我在这里有许多美好的经历，包括驯服了一只野猫，这个过程中我没什么事儿，就是留下了一大片划伤的血痕。但是卢卡，在这些划痕当中，蕴含着一种思想。一种思想！"[46]

光流充分展示了发射器的威力，然而特斯拉一般会避免产生光流，这不只是为了安全考虑，还因为它们浪费了放大发射器的能量，使他不能通过大地有效地传输电力。正如他解释的："光流当然会造成能量损耗，因而降低了系统的经济性，也降低了其传输效果的质量。它们还造成了电压损失，就像气体漏气和水管漏水的情形。"特斯拉线圈建造者罗伯特·赫尔（Robert Hull）指出，如果我们去看放大发射器在晚上运作，我们不会看到闪电飞离屋顶的球形终端；我们看到的将是一道蓝色光束在实验站上方笔直升起，这是桅杆和球形终端周围的细小光流的电晕效果。正如特斯拉后来回忆的："在夜晚，当我开足电流时，这根天线整个都被照亮了，这真是一个奇妙的景象。"[47]

海军的插曲

特斯拉就算是在深度投入科罗拉多的实验之时，也留意着新的资金来源，而军队也是可能的赞助人之一。不只是马可尼此时正忙着培养与世界各地多家海军的关系，而且正如我们所见，特斯拉的朋友霍布森也尝试过吸引美国海军高层对特斯拉无线控制船的兴趣。然而特斯拉与美国海军最主要的一次接触是通过灯塔委员会。

这个委员会由海军军官和平民科学家组成，负责维护联邦政府的灯塔和其他导航设备。该委员会对于采用新技术改善导航特别感兴趣；例如在 1886 年，它用电灯照亮自由女神像使之充当船只驶入纽约港的陆标。

1899 年 5 月，灯塔委员会问特斯拉能否在楠塔基特岛灯塔船与约 96 公里外的海岸之间建立无线电报系统。[48]这艘灯塔船是跨大西洋船只逼近美国海岸线时看到的第一个陆标，而要是能早点知道船只就要到达纽约或其他港口的消息，这对于商人和轮船公司是很有帮助的。[49]特斯拉最开始同意提供在灯塔船上测试用的实验设备，并建议舍夫在纽约实验室分担他的一些工作，"因为我正忙于（为政府）

在楠塔基特的站点做准备，而我希望在［从科罗拉多斯普林斯］返回前尽可能多的完成”。[50]

在几个月之内，特别是当特斯拉知道其无线设备将被与马可尼的系统比较时，他与灯塔委员会的关系就恶化了。到 1899 年 9 月，报纸上充斥着马可尼就要来纽约用无线电报道美洲杯帆船赛的消息，而灯塔委员会开始担心起马可尼将与陆军通信兵而不是海军协谈的谣言。委员会担心如果推迟采用无线技术将会招致批评，因此要求特斯拉加紧努力在楠塔基特灯塔船上安装设备。委员会在这个请求中强调了他们倾向于“国内的而不是国外的人才”，希望与特斯拉合作，不过“要做的事都要很快完成”。[51]

但是特斯拉没有很快回复这个请求，而是在近两周的沉思之后，向委员会发出了一封愤怒的信。在他看来，委员会不必以国内人才优先为由而选择他，因为他才是“在‘无线电报’中加入某些新原理”的“第一先锋”，而他现在正忙着基于这些新原理来完善设备。作为该领域的先锋，特斯拉烦扰于人们把马可尼这个拥有“更多事业心而不是知识和经验”的新秀视为其竞争对手。如果要把其设备与马可尼的比较，那么特斯拉就需要钱来建造可进行适当测试的设备。因此，现在他告诉委员会：“你们第一次给我写信时，我不知道在这件事上还有竞争，我说服自己可以给你们提供一些仅供临时服务的设备，但不保证没有缺陷。但现在在这方面还有很多其他人，那么我宁愿推出一套能经得起关键测试的设备。但我现在［在科罗拉多斯普林斯］，可能不能承担这样的工作，除非你能给我一个订单，比方说最少十二套，那么我就能全力投入这个任务，尽快向你们提供设备。”[52]委员会拒绝下这个大订单，特斯拉和海军就分道扬镳了，而在 1902 年海军从几个法国和德国公司采购了首批无线设备。[53]

调谐获得“保密性、抗干扰性和选择性”

在科罗拉多斯普林斯运行放大发射器时，特斯拉投入大量精力来完善调谐技术以获得“保密性、抗干扰性和选择性”。[54]为开发一个大规模的资本密集的通信系统，特斯拉认为有必要保持消息的安全性和私密性。他在几年后解释说，在

科罗拉多时他思考过跨越大洋发送消息，“距离越远，保持消息的私密性和不受干扰……就越重要和越基本；在短距离上设备的操作是否受到干扰不是那么重要，不过当昂贵的设备（这对我计划的任务是必需的）被用来在远距离上产生效应时，如果消息不能保持私密性，那么实验站和整个投资的价值就被毁了”。[55]尽管马可尼在 1899 年就能把消息从发射器发到接收器，然而他无法保护其消息免受来自附近其他发射器的干扰。例如，在 1901 年纽约的美洲杯帆船赛期间，美国无线电话和电报公司的格林利夫 · 惠蒂尔 · 皮卡德（Greenleaf Whittier Pickard）发送了一系列的十秒信号，这些信号就干扰了马可尼和李 · 德弗雷斯特在尝试报道比赛时所发送的信号。[56]同样地，早期的无线电用户担心他们的消息被其他正在监听的接收器接收到，而对于使用马可尼的系统发送消息的陆军或海军来说，这是一个严重的问题，因为这意味着消息能被敌人截获。无线电报系统的商业用户希望确保其消息能跟通过已有有线网络发送的电报一样安全。

为在科罗拉多创建一个安全的系统，特斯拉继续发展了其在纽约所做的工作，即在第二个无线控制船上采用两个频率的做法。如前所见，休斯顿街实验室的参观者经常注意到当特斯拉传输电力时有几个灯被同时点亮，而他通过调谐电灯使它们接收两个频率的组合才能被点亮，从而克服了这个问题。

利用这个解决方案，特斯拉为调谐其无线电路发展了一个通用的方法。特斯拉是英国社会学家赫伯特 · 斯宾塞的热心读者，并且他特别喜爱“斯宾塞对于人类神经机制清晰和富于启发性的阐释”。在《心理学原理》中，斯宾塞苦苦思索了这个问题：大脑是如何在只拥有“有限数量的神经纤维和脑细胞的情况下成为相对无限数量知觉的载体”。斯宾塞提议说，大脑是通过让神经纤维不是只对单一神经冲动而是对大量多样的神经冲动响应而克服了这个问题的。斯宾塞比较了大脑的神经和钢琴的键；尽管钢琴只有有限数量的键（每个键有自己特定的音符），但在多个键被压下时它却能产生出大量复杂的和弦。特斯拉吸取了斯宾塞的解释，他评论说：“我们能够接收无数不同的印象，这是因为控制神经纤维能产生无数的组合。我们能够把一个人跟其他人分开，这是因为他具备其他人没有的大量个性特征。”[57]

在斯宾塞的启发下，特斯拉开始把其调谐电路当成神经链路来思考。既然神经链路对神经冲动的多种组合做出反应，何不在其发射器和接收器中应用同样的原理？与其把发射器既产生基本信号也产生谐波当成一个问题，不如设计一个能检测发射器发出的组合信号的接收器。特斯拉解释说："这个发明的精髓和优点就在这里。这个发射器并非像先前所有的发射器那样只是简单地以单个音符或特质为特征，而是代表了一个很复杂的因而也是明确无误的个体，而接收器与它准确对应，也只有这样才能有所响应。更进一步，我让接收装置的运作不仅依赖于许多区分元件的组合，还依赖于它们运作的先后顺序，并且如果必要的话，我甚至会持续改变各个元件的特征。" [58]

现在在科罗拉多，特斯拉已准备好要测试这个想法，并且看能否采用一些区分元件来发送与接收信号。在发射器侧，特斯拉用西屋变压器和断路轮盘向两排独立的电容器而不是单排电容器提供电力，而每一排电容器接着被连接到绕在实验站中直径约 15 米的圆筒墙上的初级线圈的一环（图 13.6）。在圆筒墙内，特斯拉接着放了两个独立的次级线圈。由于每个次级线圈是由不同长度的导线绕成的，因此各自产生了不同频率的振荡。由于整个发射器都被接地，因此两个振荡都被通过大地发送（图 13.7）。[59]

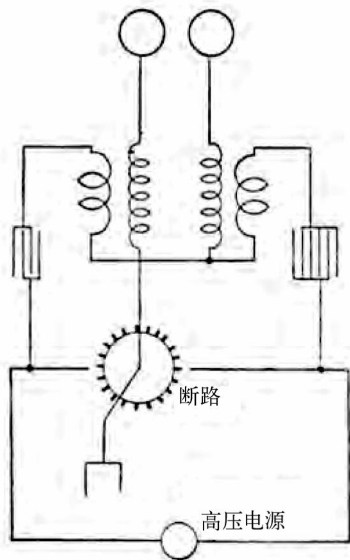


图 13.6　特斯拉在科罗拉多斯普林斯使用的调谐电路示意图

高压电源是西屋变压器，而断路［轮盘］跟图 13.7 中所示的是一样的。注意断路轮盘是接地的。断路轮盘上方是两个不同大小的电容器。电容器被连接到两个线圈，这两个线圈是放大发射器初级线圈的两个绕组。另外两个线圈是次级线圈，在图 13.7 中也有显示。

图片来源：NT, 27 June 1899, Colorado Springs Notes, p. 55.

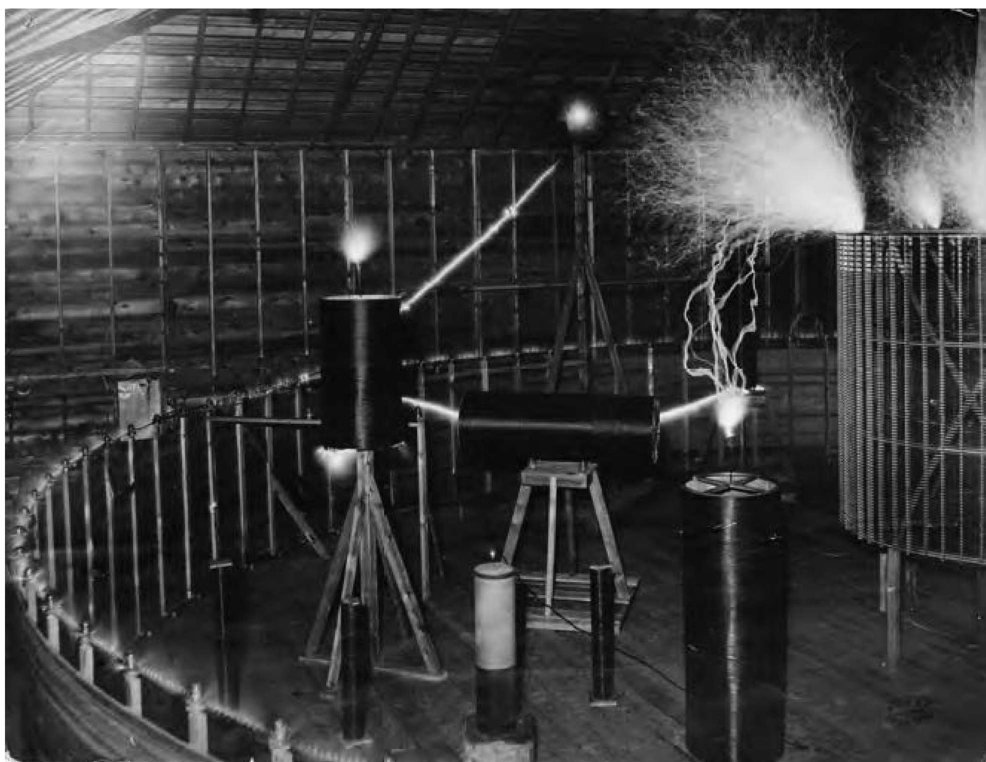


图 13.7　带有多个次级线圈的放大发射器，次级线圈由圆筒墙上的初级线圈供电。由于每个次级线圈的匝数不同，它们产生了两个不同波长的波。两个波被发送到大地，并传输到特斯拉的接收器

图片来源：Plate V, CSN, p. 306.

在接收端，特斯拉采用了各种设置，包括使用一个、两个或多个接收器。然而为测试安全性，他通常采用一个带有两个独立电路的接收器，每个电路被调谐到检测发射器发送的两个频率之一。在这种设置中，电报发声器只有当收到两个检测电路的信号时才会响应。通过用这种方式发送和接收两个频率，特斯拉相信其消息是安全和私密的。[60]随着在这项新的调谐技术上取得进展，特斯拉开始起草专利申请，并在报纸采访中公开批评马可尼。1899 年 9 月，马可尼前往纽约来用他的系统提供美洲杯帆船赛的报道。特斯拉毫不犹豫地指出，其对手的系统无法克服干扰问题，而他的新系统能做到这一点；正如他在科罗拉多斯普林斯告诉记者的：

我希望在一两周之内向全世界宣布一个近乎完美的无线电报系统……

我不会贬低马可尼的系统，不过当前所用的所有系统都有一个严重的缺陷，即其行为会被半径在数英里范围内类似的设备干扰。此外每分钟十二个字也会让你觉得时间逝去得太快。

在我就要完成的系统中，我希望通过机械方法达到每分钟五百或两千字的速度，并且进一步，让我的设备完全不受外来干扰。我已经为我的设备成功地消除了外部影响，并能让近在咫尺的设备彼此互不干扰。

马可尼的实验很有趣，但不够新颖。我很高兴马可尼的系统被成功地用在了帆船比赛中，但在下一次国际比赛开启前，用无线电力推进的船只追踪报道比赛也绝不是不可能的，而我也希望到那时帆船上本身就能有无线电话。[61]

测试与目击证人

尽管特斯拉也用放大发射器进行了一些发送消息的实验，然而他把大部分精力放在了无线电力传输问题上，并且他高兴地发现自己确实能通过大地发送振荡电流。1899 年 7 月 23 日，他注意到在实验站附近牧场的马匹每当放大发射器运行时就会受到惊扰，这大概是因为大地中的电流传到了它们的马蹄铁上。第二天，在发射器次级线圈接地的情况下，他注意到在另外一个独立接地电路上的避雷器每当次级线圈放电时就会发出火花。特斯拉激动地写道："这些火花的出现可解释为，振动通过大地传播，沿地线流动，在另一处窜到了导线上！除此之外没有其他可能的解释。这件事当然非比寻常，因为它越来越清晰地表明大地的行为跟普通导体没什么两样，并且有可能用强大的设备产生出我在大气电中所观察到的那种驻波。"特斯拉说他在离开次级线圈约 18 米开外的地方检测到了火花；假设放大发射器运作于 10 000 伏特，他计算出有可能在约 183 公里以外检测到这种火花。[62]

在接下来的几个月里，特斯拉进行了更多测试以验证其放大发射器能向大地

发送电流，并且电流也能被检测到。8 月，他尝试了“电报实验设置”，并发现“设备能自如地对几英里外的一个**无电容器无调节电路**的袖珍线圈作出响应”。几周后，他带着一个接收器外出并将之接到一个地下水管；在离开实验站约 76 米的地方，他捕获到了约 2.5 厘米的火花，而在约 122 米之外的地方，他捕获了约 1.25 厘米的火花。1900 年 9 月 11 日，特斯拉带着一个接收器到实验站 1.6 公里外的前景湖，他测量到放大发射器在那里产生的波长大约为 1200 米。[63]

12 月中，在特斯拉就要完成科罗拉多的实验时，他让摄影师迪肯森·阿利从纽约来为其放大发射器拍摄运行时的照片。（后面会详细讨论这些照片。）作为这个系列的一部分，特斯拉让阿利为实验站外被振荡器点亮的灯拍了几张照片。在一张照片中，特斯拉在地上放了三盏灯并把它们接到边长约 19 米的方形导线环上；这个巨大的方形导线环接收到来自振荡器的接地电流并导致灯泡发光（图 13.8）。特斯拉报告说，灯泡离实验站内的次级线圈约 18 米。在第二张室外照片中，特斯拉把一盏白炽灯连接到一个大线圈和大地之间，这次灯也亮了（图 13.9）。对于第二张照片，特斯拉没有说明线圈离发射器多远。[64]

这些就是特斯拉公开的科罗拉多笔记中仅有的记录到能量传输距离的实验。特斯拉不是在不同距离上观测接收器对发射器的响应，而是依靠计算来评估放大发射器的性能。“当设备运作时”，他后来解释说，将会产生“数百安培的电流”，电流传导“进大地并产生扰动。我将测量所产生的效果，并计算出一定量的能量传输多少距离之后还能满足接收设备所需”。[65]

特斯拉在后续的关于其科罗拉多工作的文章中，强调了他已证明电力能通过大地传输，但在这些报告中他没有具体说明能量传输了多远。传记作家约翰·奥尼尔声称特斯拉点亮了距离科罗拉多斯普林斯约 42 公里处的 200 盏白炽灯，但目前没有找到支持这一声明的证据。[66]

关于特斯拉所做的几个距离测试的一个不寻常的方面是，没有目击证人。尽管特斯拉在纽约时与记者互动频繁，然而他在科罗拉多埋头工作时却避免跟记者谈话，因此那时的新闻报道对于特斯拉西进时干了些什么提供不了很多线索。[67]在一次法庭作证中，当被问及是否在传输测试中看到过接收器的运作，助手洛温

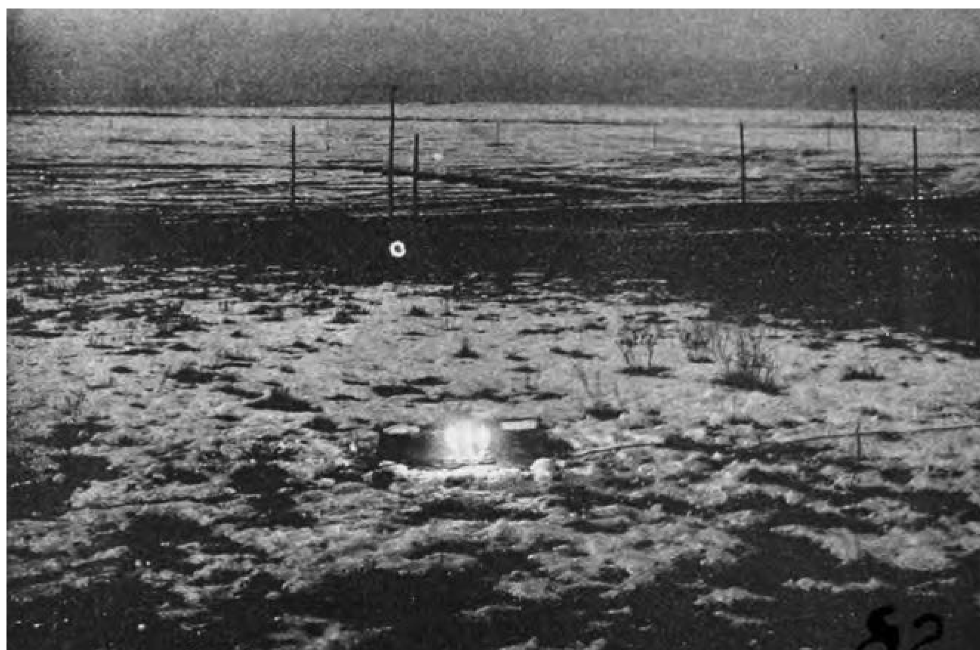


图 13.8 “说明大功率电子振荡器感应效应的实验。”

这张照片显示了位于离特斯拉实验站不远处田野中的三盏白炽灯。白炽灯被连接到一个大的方形导线环，导线环接收到放大发射器发送的接地电流。

图片来源：Plate XVII, CSN, p. 332.

斯坦报告说：“关于接收设备，特斯拉先生从未让我实验那个部分。他总是自己做那个部分，而让我操作发射器。”根据洛温斯坦的说法：

> 特斯拉先生首先会把接收设备放在他的房间里，并在那里做实验，而我在操作振荡器。然后当在房间里取得了一些成果之后，他会把整套设备放在便携箱里带到建筑外面，并给我留下按一定时间间隔连续开关振荡器的指令。在这些情形中，我也经常跑到门口看他一会儿，而我看到他走到了，比方说，一两千英尺之外。我不能靠太近去看他，因为我得盯着开关，因此有时当我再去看他时他就已经不见了，然后我就不知道他走了多远。不过当他再次回来时，在我的记忆中时间不会超过一个上午或下午。这样你可以容易地想到在我守在开关旁的时间里特斯拉先生能走多远。[68]



图 13.9　“说明无线电能传输的实验。”

特斯拉在实验室外放了一个线圈，其下端接地而上端悬空。灯泡由绕在线圈下端的三匝导线点亮。图片来源：Plate XXVI, CSN, 340.

作为一名经过训练的工程师，洛温斯坦是实验的理想见证人。但由于特斯拉坚持让他操作放大发射器而没有让他跟自己去看接收器，因此洛温斯坦无法报告传输实验的结果（图 13.10）。此外，特斯拉和洛温斯坦还有一个重大分歧，导致洛温斯坦于1899年9月在特斯拉用放大发射器做一些主要的实验之前离开了科罗拉多。洛温斯坦离开的表面原因是科罗拉多斯普林斯的高海拔让他生病以及他想回欧洲去与未婚妻成婚。特斯拉显然不只是把洛温斯坦当成助手；他与他讨论想法，同进午餐和晚餐，回到旅馆的晚上也跟他在一起。[69]洛温斯坦可能已经成了像多年前的西盖蒂那种朋友和知己。然而，特斯拉发现了洛温斯坦写的或收到的一些信，这使得特斯拉推断出洛温斯坦不是他认为的那种人。一种可能性是，特斯拉被洛温斯坦所吸引，但当获悉后者要结婚时他感到不安。特斯拉后来原谅了洛温斯坦，并从 1902 年开始重新雇佣了他几年。洛温斯坦后来创办了一家公司，在第一次世界大战期间为美国海军建造无线电设备。不管怎样，在科罗拉多斯普林斯发生的事使得特斯拉在法律诉讼中不愿用洛温斯坦做证人。[70]

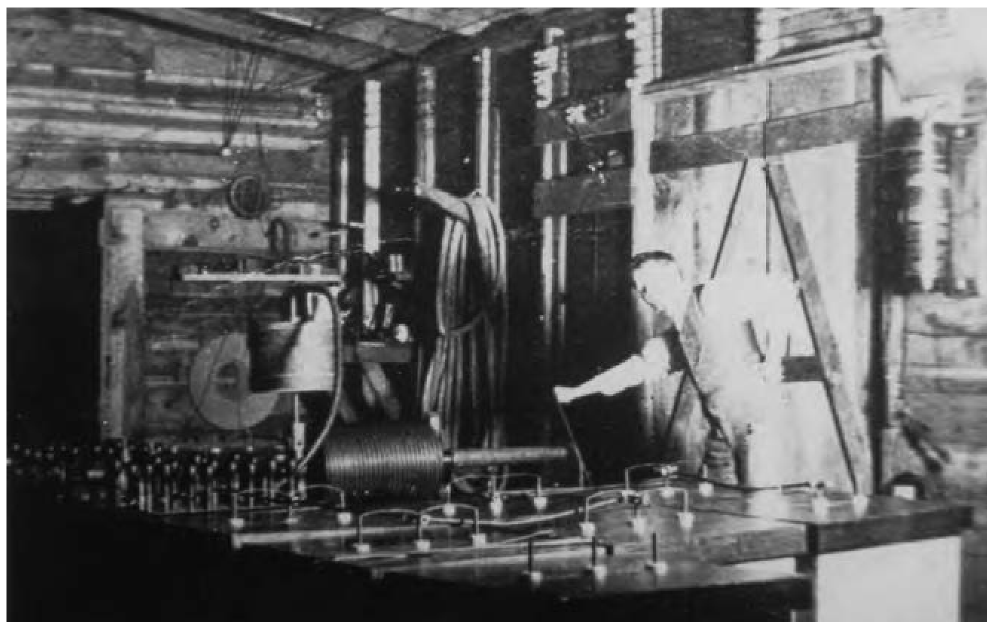


图 13.10　身份不明的助理［可能是洛温斯坦?］在操作实验站的主电力开关

图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

在科罗拉多斯普林斯缺少目击证人的距离测试是令人费解的，特别是考虑到这一事实：马可尼经常性地向记者和潜在投资者提供其无线系统的演示。几年以前，特斯拉也曾为其发明充分利用了私人和公共演示。对于交流电动机，佩克和布朗曾送他去见安东尼教授以便能进行严格的测试并获得这位专家的支持。类似地，特斯拉也毫不犹豫地在 19 世纪 90 年代初期的公共演讲中向观众展示其无线照明系统。那么为什么在科罗拉多斯普林斯，特斯拉没有进行更广泛的距离测试以显示其系统跟马可尼的一样好用？既然特斯拉的科罗拉多斯普林斯笔记中报告说能从实验站 1.6 公里外检测到信号，那么他为何不邀请洛温斯坦、记者或其他目击证人来见证其接收器检测到发射器的电流？

我们可以从两个层面上来解释距离测试中缺少目击证人这件事：理论的和个人的。从理论的角度来看，特斯拉并不相信这种测试是必要的。特斯拉已判定，不像普通的赫兹波或光波，大地中的驻波在传播时不会损失能量；因此，如果能在离发射器近距离的地方检测到这种波，那么也能在**任意**距离上检测到。同样，特斯拉还认为通过大气回路的传导过程是极其有效的，损耗也微乎其微。如果波在从发射器到接收器以及返回的过程中都没有损耗，那么任何能检测到波的测试（不管距离多么短），对特斯拉来说都是足够的。因此他得出结论："向全球任一点的无线通信都是可行的……这不需要展示。"[71]

在个人层面上，不足够的距离测试反映了特斯拉的发明方法。还是个孩子时，特斯拉已发展出强大的想象力，在想象中他能构画出各种奇妙的东西。作为一个发明家，他继续依靠想象力来设想新设备如何工作，并进而在选定的实验中获得确认。他不是先在布达佩斯构画出交流电动机，而后只是在斯特拉斯堡和纽约建造原型时使之获得确认的吗？1887 年让锡罐在旋转磁场中旋转以让他自己相信他的想法是可行的，这对于特斯拉来说还不足够吗？对于无线电力，特斯拉已花了很多年时间在头脑中反复考量如何才可能通过大地传输能量。特斯拉对于自己想象新技术的能力非常有信心，他只需要从周围世界获得少量确认证据就能让他相信他所想象的是可行的。特斯拉一旦在大地中检测到驻波以及在发射器 1.6 公里外检测到火花，他就有了让**他**相信其系统可工作的所有证据。

我们将会看到，没有进行更多的距离测试以及没有向目击证人展示其系统的后果是，特斯拉后来很难让他人相信其系统的价值。在接下来的十年里，当特斯拉要做证保护其专利时，他无法提供显示其系统是否工作的确凿证据。他只有一位证人洛温斯坦可以谈论科罗拉多斯普林斯的事，不过洛温斯坦从未见过接收器上发生了什么。同样，特斯拉也几乎没有什么能展示给潜在的投资者；他们要么只能相信特斯拉的话，相信其系统能够跨越大洋向全世界传输消息和电力。

拍摄无线电力

特斯拉没有让人们目击放大发射器的表现，而是选择依赖摄影来记录他在科罗拉多斯普林斯的工作；照片也是一种幻象。在深秋的时候，特斯拉给《世纪杂志》的总编辑、也是罗伯特·安德伍德·约翰逊的老板理查德·沃森·吉尔德（Richard Watson Gilder）发电报说："我怀着友好的动机问一下，你看这件事好不好：你送一个摄影师到这里来获取你可以随意用在《世纪杂志》上的插图素材，但我保留版权。如果可以，我很想要托内勒公司的阿利先生来，他有着熟练的技能和判断力。我会分担费用，因为他也会为我做一些工作。谨请回复实验站。"[72]

吉尔德和约翰逊欣然同意分摊成本并把艺术摄影师迪肯森·阿利从纽约送来。阿利曾在 1894 年帮助过测试特斯拉的照明管（参见第十二章），并曾在 1899 年春拍摄了发表在《电气评论》上的照片。在 1899 年 12 月的最后两周，特斯拉和阿利创作了引人注目的一系列 68 张照片。[73]

为创作这些照片，阿利用了 11 × 14 英寸的玻璃底版，底版由放大发射器所产生的巨型光流辅以弧光灯或闪光粉照明来曝光。由于当地电气公司的电力还是只在晚上可用，因此阿利和特斯拉需要整晚设置设备和拍照，这意味着他们经常要在严寒中工作。那时风呼啸着吹进实验站的薄墙里，阿利在几张照片中都紧裹着冬天的厚外套和帽子。[74]

特斯拉和阿利最开始记录了实验站的外观与内貌（参见图 13.2、图 13.3 及图 13.7）。[75]他们接下来拍摄了工作于正常激励水平的放大发射器（例如，参见图

13.7)。为了创造出各种各样的光流，特斯拉把额外线圈悬空的一端连接到了不同的圆盘、球、带有突出导线的圆环以及风扇形辐射出来的导线；同时，阿利变化着相机的位置以便从不同的角度捕获光流(图 13.11)。为了产生可拍照的光流(别忘了光流代表浪费了的能量并且特斯拉通常会试图避免产生光流),他让助理思泽图快速打开和关闭主电力开关 50、100 或 200 次。在这些实验的过程中，特斯拉很高兴看到发射器能抛出直线距离跨度 9 米多而曲线轨迹可能长达约 39 米的光流。[76]有一个光流差点击中了阿利和他的相机，虽然他站在实验室的一角，已离开额外线圈尽可能远。特斯拉很激动，并信心十足地预测说，要是发射器中用更多铜线，并且在一个更大的建筑物中，他就能产生曲线轨迹超过 90 米的光流。



图 13.11　“‘额外线圈’上方系缚在铜环上的许多导线发出的放电。”

图片来源：Plate LIX, CSN, p. 366.

特斯拉和阿利创作了几张照片，在其中他们每人坐在一张紧邻额外线圈的椅子里。由于让人真的坐在电暴里拍照实在太危险了，所以阿利使用了一些摄影技巧。特斯拉解释说："为了让人对放电高度有个形象的了解，实验者坐在了'额外线圈'稍后的位置。我不喜欢这个想法，不过有些人觉得这些照片很有趣。当然，不难想象，实验者坐在那里拍照的时候放电并没有发生！光流首先是在黑暗或微光中被影在底版上，然后实验者自己坐在椅子上并在弧光灯下曝光，最后为了显出照片的特征和其他细节，还用了少量闪光粉。"[77]因此，通过在单个照相底版上采用双重曝光，阿利创作出了令人难忘的照片。在照片上，当放大发射器释放出大量光流时，特斯拉还能平静地阅读（图 13.12）。[78]

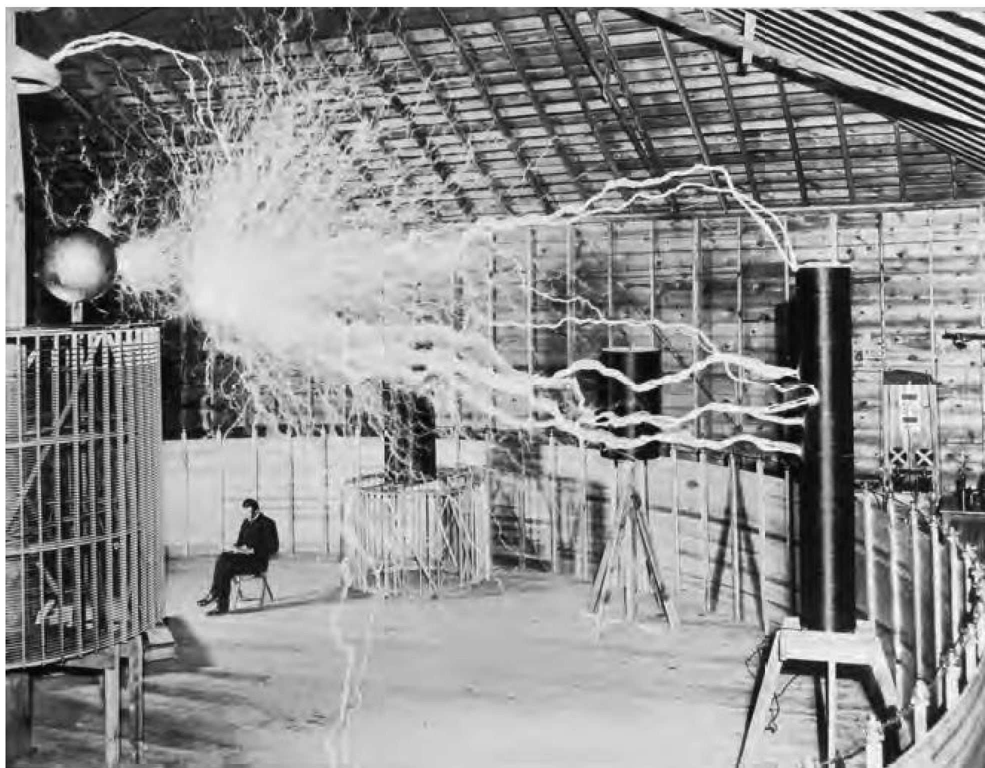


图 13.12　特斯拉坐在放大发射器中，伴随着放电从次级线圈传到另一线圈。这张照片是单个玻璃底版双重曝光的结果；特斯拉先被拍好，然后放大发射器才被打开

图片来源：Plate XII, CSN, p. 322.

然后发明家和摄影师尝试如何拍摄电力的无线传输。[79]为此，他们专注于拍摄标准的 16 烛光白炽灯。白炽灯被连接到接收线圈和大地，这是为了展示灯是被放大发射器通过大地发送的电力点亮的（参见图 13.8 及图 13.9）。在首批拍摄中，特斯拉把灯和接收线圈设置在了实验站外的某处，这是因为他知道“用这种方式拍摄的照片对于科学人士无疑会显得更有趣”。在这些照片中，特斯拉仔细记录了许多操作细节而不是灯与发射器之间的距离。这些照片中通常显示有三或五盏灯被点亮，然而特斯拉估计能很容易地点亮多达 60 盏灯。[80]

事实上，特斯拉怀疑接收电路中电容的增加会降低对接地电流的电压要求，因此他让阿利在实验站里拍摄了另一系列的实验。在这些实验中，他通过连接更大的金属球和伸缩桅杆而改变了接收电路的电容。这些测试证实了他关于接收电路电容的假设，这使他大胆预测，在满负荷运行时，他的发射器能点亮超过一千盏灯。[81]

在使用放大发射器点亮实验室外电灯的过程中，特斯拉不小心短路了电力公司电站的发电机并切断了供给科罗拉多斯普林斯其他部分的电力。短路是因为特斯拉产生了比平常更短的波，而这些波破坏了发电机绕组的绝缘层。震撼于短波的威力，他在笔记中评论说，短波可能被用于在超过一千英里的距离上发送信号。为了安抚当地电力公司的经理，特斯拉带着他的工作人员到电站修复了被毁坏的发电机。而后，在特斯拉在科罗拉多剩下的日子里，电力公司用了一个备用发电机向他供电。[82]

也是在拍摄这些照片的过程中，特斯拉见到了其放大发射器所产生的火球或球形闪电。伴随着电光流，特斯拉偶尔会看到发光的球体，直径大约四厘米，在空中漂浮几秒钟。像这样的火球在神话传说中已有很长的历史了，在科学文献中也曾有报告过；例如，乔治·里克曼（Georg Richmann）1753 年在俄国圣彼得堡重复本杰明·富兰克林的一些避雷针实验时，被一个火球击中身亡，他的助手被击晕，附近的一扇门也被从合页上扯了下来。[83]

火球的威力如此巨大，科学家们还在争论它们出现的原因。[84]特斯拉最初认为这些火球是某种视觉错觉，然而他很快对于它们的出现发展出了一种科学解释。

他在笔记中写道："在这个例子中，是经过的强大放电突然把一团空气或其他气体加热到高度炽热状态，火球现象就产生了。"在特斯拉看来，当一个强大的放电（比如一个光流）经过空气时，它加热膨胀了某些地方的空气，不过在他处留下了局部真空。大气会自然流动来填补这个真空。然而，如果一个疏散的局部球形空间再次被一个强大的光流击中，那么局部空间的稀少气体就会变得非常炽热。这个发光的球会存在几秒钟，因为它达到了一种暂时平衡的状态。正如特斯拉所写的："当真空正在形成时，它无法通过膨胀来快速降温，也无法通过对流来释放太多热量……在一段相对长的时间内，这些因素合力使限定空间内的空气保持高温和高度炽热的状态。"[85]特斯拉还指出，如果放大发射器周围的空气中充满了汽化的碳，例如当发射器的高压导致橡皮绝缘体分解时，那么可能就会产生更多的火球。着迷的特斯拉在笔记中许诺说，他会用更强大的放大发射器和更敏感的照相底版来继续研究火球。[86]

特斯拉被他和阿利拍摄的照片迷住了，觉得从美学和技术角度看都是令人满意的。他觉得这些照片有效地呈现了他用放大发射器所能产生和操控的电量。在接下来的几年里，特斯拉把选定照片的副本送给他希望可支持其研究的人士。反思阿利所拍摄的一个实验，特斯拉在离开科罗拉多的几天前写道："没有比这更好的办法去表达这个设备的巨大效能并……表明从这里所带出来的一个问题，即建立与全球任意距离上任一点之间的通信，其可行方案已指日可待。"[87]

证明成立与证明不成立

综上所述，驻波的发现、星际信号的探测、对距离测试令人费解的不重视以及用照片记录其工作，都揭示了特斯拉作为一个成熟发明家风格的一个重要方面。在科罗拉多斯普林斯，特斯拉似乎只是在寻找**证实**其假设成立的证据，而没有去找寻可能**否证**其理论的东西。

发明家和科学家总是在寻找证实性的证据，即证实其设备或实验实际可行。更准确地说，发明家和科学家总是在找寻表明其头脑中的想法被物质世界中物体和力的活动所证实的证据。由于很少有想法能很容易地与物质世界相匹配，所以

发明家和科学家经常会产生证实性偏见（confirmatory bias）也就不足为怪了；他们希望看到他们的想法成功，因此他们会迫切地抓住那些能支持其想法的证据。这种希望对于技术和科学工作是至关重要的，因为要是没有这种希望，发明家和科学家将会缺乏坚持尝试新事物的乐观精神。

但这种希望必须辅以一定程度的顽强精神。一个实验似乎表明一个特定假设是正确的，但科学家此后的任务是清理所有相关的其他假设。为此，科学家和发明家经常会尝试证明其假设不成立，即展示其不可行。[88]在发明中，证明不成立可能要比在科学中更重要。首先，由于发明家向赞助人许诺说其创造物将会在某种方式和某种条件下工作，他经常需要对发明做"耐力测试"以确定它何时可行何时失败。其次，发明中出现的失败通常会为发明者提供对设备进行改进的有价值的线索。通过研究设备如何失败，发明家能够识别出完善发明的方法。正如爱迪生在 1877 年其留声机首次放出录音时评论的："对于首次就能工作的东西,我总是感到担心。"[89]——他担心要是不出错的话，他将不知道如何进一步改进设备。

但与爱迪生的留声机工作形成对比的是，特斯拉在科罗拉多斯普林斯并没有试图证明其用驻波通过大地传输电力和消息的想法不可行。例如，他没有系统化地清理对于为什么在接收器中听到"一二三"哔哔声的所有其他可能解释。并且特斯拉没有直接测量他在实际上能通过大地把电力发送多远。相反，急于看到其无线电力理论被证实的特斯拉热切地抓住了能支持其想法的证据。他在科罗拉多斯普林斯时没有试图证明其想法不可行，即进行"耐力测试"以便他能够真的知道哪里可行哪里不可行。阿利的照片能够表明他可以控制难以置信数量的电力吗？当然，这并不是说特斯拉在科罗拉多斯普林斯的发现在某种意义上是"错误的"；事实上，他在那期间确实观测到了真实的现象，比如雷暴产生的驻波或者木卫一发出的脉冲。在科罗拉多的时光里最重要并最终酿成悲剧的是，当特斯拉需要对各种可能性保持开放态度的时候，他只是满足于少量证实性证据。高度的希望和少量的证实性证据结合起来在他头脑中产生了幻象。

第十四章

沃登克里弗塔

（1900—1901）

在特斯拉的心中，他对于可以不用线就把电力传输到全球这一发现心满意足，并于1900年1月洋洋自得地回到了纽约。他现在在无线电力上所处的点正好像他1887年在交流电动机上所处的点。在两次的情形中，他都观测到了他相信能以之形塑出重大发明的理想的现象。在1887年，他刚刚成功地让鞋油罐在旋转磁场中旋转，而在1900年，他则是确信他能在大地中生成驻波并传输消息和电力。现在是把他在科罗拉多观测到的现象转化为重大发明的时候了，为此他需要创建一个人、想法、金钱和资源的网络。现在是实现他从佩克和布朗那里学来的商业策略的时候了：获取强有力的专利，推介其工作以唤起公众的兴趣，然后卖给出价最高的买家。现在也是谈论无线电力的潜力和激起人们的兴奋的时候了。

但这次会跟1887年一样一切顺利吗？这次的推介会给特斯拉带来金钱和最终的成功吗？可以肯定的是，特斯拉在1900年面临的情况跟在1887年的有所不同。佩克已于十年前去世，特斯拉无法再依赖他的意见，而他与他19世纪90年代中期以来的赞助人爱德华·迪安·亚当斯也不是特别亲近。谁会当他的商业导师和赞助人呢？他能指望看似对他工作感兴趣的约翰·雅各布·阿斯特吗？在特斯拉的无线电力中有一个像在电动机中那种他可以专注其努力并获取强大专利覆盖的基石性部件吗？事实上，无线电力是一个系统，也因此特斯拉需要的不是几千美元（那对于其电动机工作是足够的），他需要几百个几千美元来建造一个示范

站。此外，特斯拉应当追求什么类型的公众认知？他应当与电气工程专业圈合作，还是利用其在大众媒体中的名望？而最重要的是，在 1900 年，他还得应对强大的竞争对手。在电动机上，特斯拉轻松击败了费拉里斯和多利沃-多布罗沃尔斯基，但在无线技术上，他要与马可尼、雷金纳德 ·费森登（Reginald Fessenden）和李 ·德弗雷斯特竞争。特斯拉能快速建立起一个想法和资源的网络使他能打败对手吗？这些就是特斯拉未来五年面临的挑战。

做出大胆的计划

特斯拉很高兴在科罗拉多待了一阵之后重新住回豪华的华尔道夫–阿斯托利亚酒店，但他更兴奋于回到休斯顿街的实验室并开始准备专利。作为保护其在科罗拉多发现的第一步，特斯拉起草了一个专利，总结了其放大发射器如何创建驻波以通过大地广播电力和消息。为了说明这个系统的潜力，特斯拉提出了无线电导航的一种早期形式，在其中描述了其系统如何生成两个不同波长的驻波，大海中的船只可以检测到这两个驻波，然后以此计算出自身的位置。特斯拉对这个专利非常满意，据舍夫回忆说，他将其视为“他所写过的最好的专利”。特斯拉一旦把这个宽泛专利申请准备好，就又准备了三个详述其采用两个不同信号的调谐方法的专利申请（参见第十三章）。[1]

在起草专利申请的同时，特斯拉也毫不犹豫地把他的计划告诉了全世界。他大胆重申了他在 1899 年 5 月到达科罗拉多斯普林斯时告诉过媒体的目标，即他将把消息发送到巴黎：“我的实验已极其成功，而我现在相信我应该不仅能在［即将到来的 1900 年世界］博览会期间与巴黎进行无线电报通信，而且我还能在很短的时间内实现与世界上每一个城市的通信。”[2]

当特斯拉宣布这个雄心勃勃的横跨大西洋传输信息的计划时，其对手马可尼还只能把消息发送出 138 公里，并希望把距离提升到 240 公里。据一份电气报报道，马可尼因此“不相信尼古拉 · 特斯拉跨大西洋通信的承诺。他相信科学是逐渐进展的，在初步结果都没有被超越之前是不能取得如此巨大成果的。就个人而

言，他还没有预想过要跨越大西洋通信”。[3]

特斯拉没有理会马可尼。他知道，为了跨越大西洋把消息送到巴黎，需要设计和建造一个更大的商业站。他借用霍布森的一个比方解释说：“在科罗拉多的实验站设计就好比是一位造船师在建造一艘大船之前要首先设计一个用以探明工程量的小模型。”[4]基于在山区的实验，特斯拉现在能够计算出为了横跨大西洋传输，需要把其系统中的部件做到多大。

由于这个系统需要用到像西屋公司制造的那种大规模交流发电设备，因此特斯拉自然会求助于乔治・威斯汀豪斯。特斯拉向这位老赞助人吹嘘说，他在科罗拉多的成功“比我预期的更大，包括我毋庸置疑地证明了建立与世界上任一点的电报通信的可行性”。但为了继续向前进，他需要用西屋的蒸汽发动机和发电机。特斯拉知道这个设备的成本很高，也意识到那时华尔街正“弥漫着恐慌情绪”，因此他担心很难筹集到必要的资金。因此他问威斯汀豪斯：“能否在提供机器方面给我一些优待？你可以保留机器的所有权并从我的新企业中适当获益。”特斯拉承认：“我太过于热情地投入工作和热衷于所取得的结果，以至于忽略了在资金上未雨绸缪……现在已经到了非借钱不可的地步，所以我才找到你。你的公司能否以我［电动机］的英国专利使用权作保预借我比方说六千美元？或者是否他们更愿意以总价一万美元买断我的专利使用权？”[5]特斯拉解释说，他倾向于不要卖断专利使用权，因为这样做可能会伤害老赞助人布朗和佩克（可能是指佩克的遗孀）的利益，他们拥有英国专利权的 5/9。

尽管威斯汀豪斯拒绝入股特斯拉的新企业，但他还是借给了特斯拉一笔钱；他这样做也是有道理的，因为这笔借款可能会催生未来对西屋设备的采购。[6]同时，威斯汀豪斯可能也想讨好特斯拉，因为其公司在特斯拉电动机专利的有效性方面正卷入一系列诉讼当中，他想指望特斯拉在这些案子里作为专家证人来作证。[7]

在向威斯汀豪斯借钱之外，特斯拉继续游说约翰・雅各布・阿斯特。尽管阿斯特同意资助特斯拉的实验，但他似乎只付过一次款。在科罗拉多期间，特斯拉焦急地等待后续付款并经常问舍夫有没有“JJA”的消息。他从科罗拉多发给过阿

斯特一套展示放大振荡器运作的照片。[8]现在回到了纽约，特斯拉把他无线专利的副本发给这位上校，并保证说这些专利能在电力和信息传输方面让他有绝对的垄断地位。然而阿斯特已经对特斯拉失去了兴趣，并忽略了他的恳请。阿斯特在特斯拉的无线实验中总共只投资了 30 000 美元。[9]

冰冷的哲人石还是温热活泼的事实？

特斯拉确信除了威斯汀豪斯和阿斯特，还会有其他投资者向他那宏大的无线计划蜂拥而来。他撇弃了科学媒体，转而在报纸和大众杂志中推介其计划。特别是，他倾注了精力去写作他在 1899 年秋请求《世纪杂志》送迪肯森 · 阿利到科罗拉多拍摄其工作时所提议的文章。特斯拉在 1 月底约翰逊举办的一场晚宴上介绍了文章的第一个版本，但由于时间太仓促，文章无法发表在杂志的 3 月刊或 4 月刊。[10]

特斯拉没有让文章只是专注于他最近在科罗拉多的成就，而是扩展开去，决意要展示他的发明如何构成了一个宏大的思想方案。多年来他一直在思考他的发明将会如何改变历史，而现在他断定他所有的发明会一起构成一种增加人类所能获得物理能量的全面的方法。在《世纪杂志》上的文章是他向全世界展示其工作重要性的一个机会。特斯拉一如既往自信地写道："我知道这篇文章将成为历史的一页，因为我第一次要把我或他人先前从未尝试过的结果带给全世界。"[11]

但随着特斯拉的文章越写越长，约翰逊开始担心这位魔法师就要端上桌的是一堆冰冷的哲人石而不是一盘温热活泼的事实。[12]约翰逊忧心地写信给特斯拉道："我就是不能看着你这次跑偏。在公众想从你这里获得什么的问题上，请相信我的见解。把你的哲学留给哲学论文用，给我们点关于实验本身的实际的东西。"特斯拉提笔回道："亲爱的罗伯特，我听说你不舒服，希望不是我的文章让你不适。"[13]

这篇文章就这么在作者和编辑之间来来回回，从 4 个章节增加到了 16 个章节。

为了满足约翰逊的想法，特斯拉增加了强调无线电报和他的电力传输计划的最后的章节。当特斯拉的文章最终出现在《世纪杂志》6 月刊上时，其长度已达到了 36 页，并配有描绘从放大发射器中倾洒出的电光流和在科罗拉多郊区室外用无线供电的白炽灯的照片插图。[14]（《世纪杂志》中的插图包括图 13.3、图 13.7、图 13.8 及图 13.9。）

这篇文章的题目是《增加人类能量的问题》，特斯拉在其中解释了能量和技术在人类历史进程中的作用。他以绚丽的维多利亚时代语言开始写道：

> 在自然呈现给我们感官的各种无尽变化的现象中，填充我们思想的最伟大奇观莫过于那我们称为人类生活……的不可思议的复杂运动。其神秘起源蒙上了永远无法穿透的往昔之雾的面纱，其特性因其无限复杂性而被呈现得不可思议，其归宿则蕴含在深不可测的未来之中。它从哪里来？它是什么？它将走向何方？这些都是古圣今贤们努力想回答的重大问题。[15]

尝试回答这些问题，特斯拉是受到了约翰·威廉·德雷珀（John William Draper）的《欧洲思想发展史》的启发。德雷珀借鉴其生理学研究，试图证明“文明并不是以随意或偶然的方式前行，而是会经由明确连续的阶段，并且有其发展规律”。特斯拉决心找出指导人类进步的规律，并从机械和数学的角度进行了思考。特斯拉解释说：“多年来我反复思索和考虑，沉浸于各种推测和理论当中，我把人当成力所推动的物体，以机械的方式看待人的令人费解的运动，并把简单的机械原理应用到对人的分析当中。”[16]

就其指导人类发展的规律，特斯拉提出了公式：$E=\frac{1}{2}mV^2$，其中 E 是总的人类的能量，m 是人类的质量，而 V 是人类变化的速度。虽然这些变量是假想的，但对特斯拉来说重要的是这个公式中所体现的关系。特别是，这个公式告诉特斯拉，通过三种方式人类的能量可能会被扩大：通过增加人类的质量（即改善社会）、通过消除阻碍人类的力，以及通过提高人类变化的速度（即进步的速率）。特斯拉在文章中对这三种方式都进行了相当详细的讨论。

为增加人类的质量，特斯拉认为有必要注意公共健康、教育以及纯水和有益健康食物的获取，并且抑制赌博和吸烟。他尤其关心大多数城市居民的生活节奏问题。为改善水质，特斯拉提倡用电子振荡器产生的臭氧来杀菌。为扩大食物供应，特斯拉推荐素食主义，并描绘了如何利用电力从大气中获取氮以生产廉价肥料。[17]

至于妨害人类质量的力量，特斯拉列出了愚昧、欺诈和战争。为消除战争，特斯拉详细描绘了他的无线控制船，以及他如何用电磁振荡器给船只和其他设备提供一个“借来的大脑”。特斯拉认为，作为一个新领域（遥控自动机）的开辟的代表，无线控制设备的稳步发展将导致战争会由机器进行并少有人员伤亡。特斯拉写道，遥控自动机的出现，“在战争中引入了一个之前从未有过的新元素——作为攻击和防御手段的无人战斗机器。在这个方向上的持续发展最终必将使战争成为单纯的无人机器的比赛，也不会有生命损失——要是没有这个新领域的开辟，上述情形将会是不可能的，而在我看来，上述情形也是必将达到的永久和平的第一步”。[18]事实上，特斯拉相信未来的无线武器将会变得相当强大和危险，那会促使人类宣布战争为非法。

为提高人类变化的速度（为加速进步），特斯拉希望能利用更为大量的能量。特斯拉认为地球上几乎所有可获得的能量都来自太阳，他相信人类可以利用大量的太阳能量并将之转化为廉价的电力。在众多产生电力的方法中，特斯拉讨论了风车、太阳能锅炉、地热能源、水力发电站和理想热机。随着电力变得更加丰富，他相信电力将会彻底改变钢铁的生产，这是因为廉价电力可被用于将水电解为氢气和氧气，其中氢气可作为高炉的燃料，而氧气可作为副产品出售。同样让特斯拉兴奋的是电在制铝中的潜在可能运用，因为用电可以很容易地冶炼铝。特斯拉知道所有这些廉价电力都需要被有效地传输，因此上述描写也就为他介绍能量的无线传输计划做好了铺垫。在最后的章节中，他描述了他在科罗拉多的发现，以及对于无损耗地向全球发送电力和消息的预想。特斯拉绝对相信无线电力的重要性，并以歌德的一首诗结束他在《世纪杂志》上的文章：

我想象不出还有［其他］技术进步会比这个更趋向于有效地把人类的各种要素联结起来……它将会是加速提高人类质量的最好的方式……

我可以预料到，对这些结果没有准备好的［有些人］……会认为它们离实际应用还很远……［然而］科学人士的着眼点并不在立即的结果。他并不预期其先进理念能被欣然接受。他的工作就像是一个种植者——他为未来工作。他的职责是为后来者奠定基础，并指明道路。他像这首诗里所说的那样生活、劳作并满怀希望：

耕耘，双手的每日之计！
乐无极，当日课已毕！
自策勿怠勿嬉！
这不会是虚梦一场：
莫道眼前秃枝无模样，
他日浓荫硕果两可期！[19]

整个1900年夏季，特斯拉《世纪杂志》上的文章在大众媒体中引起了极大的兴趣，其摘录也出现在了欧洲和美国的报纸和杂志中。[20]而在科学界，这篇文章不出意料地招致了怀疑。在给《大众科学月刊》的一封信中，署名“物理学家”的来信者咆哮说，应该保护公众免受“这种对科学事实的荒唐猜测”。[21]

对《世纪杂志》故事的一个尖锐回应来自特斯拉的前朋友T. C. 马丁。马丁对于1898年他与特斯拉在无线控制船以及特斯拉医用电学论文发表上的不和依然感到愤怒，他给《科学》杂志的编辑写信说：“我非常满意最近发表在《科学》杂志上的对特斯拉先生杂志文章《人类能量》的评论和批评，这让我按捺不住公开承认对这些评论的正义性和及时性的欣赏。”马丁注意到，19世纪90年代报纸和杂志发行成本的降低和竞争的加剧导致了大量耸人听闻和不可靠的科学报告的出版。马丁警告说：“‘报纸式科学’……所生出的诸多弊害之中，不可小视的是错误声望的制造和维护。一个名字被关联到某艺术、科学、发现或发明的开发上并不断出现，就会造成一个难以磨灭的印象，即使对于最聪明的群体也是这样。要

想知道谁在人类活动的某个领域真正杰出，必须问那个领域的专家。大众的意见非常可能是错误的，因为它是基于虚构的和报纸创造出来的声誉。”[22]

一方面，马丁的评论可能看起来言不由衷，因为十年前他曾煞费苦心地通过巧妙安排的故事和出版关于特斯拉的书来建立特斯拉的声望。另一方面，马丁也告诉了我们 1900 年的电气技术界已截然不同于 1890 年的。为了让电在商业技术中获得一席之地，像特斯拉这样的实践者做出各种各样大胆的宣称，这在 1890 年是可接受的；那时有一种天真和民主的信念，即公众和投资者能够靠自己找出哪个宣称是值得信赖的。相反，到了 1900 年，电气工业已经建立起来并价值千万美元，数以百计的电气工程师置身于该行业的关键职位。电气工程的领导者决心保卫这个新行业和这个新职业，他们视自己为守门者（马丁称他们为“专家”），并且跟马丁一样，他们极其清楚耸人听闻的报纸式科学弊大于利。20 世纪头几十年是职业专家的时代，他们的权威是建立在科学训练、专业团体和真凭实据的基础上。[23]我们将看到，在接下来的几年里，特斯拉会发现越来越难调动所需的证据以便在专业科学家和工程师中维护其声誉。

特斯拉几乎没有留意马丁对于通过报纸创立声誉之危险的担心。整个 1900 年夏天，他用更多的宣告继续加强《世纪杂志》故事所产生的知名度。8 月，报纸报道了他在肺结核病人身上测试振荡变压器，目的是看高频率能否杀死致病的细菌。几周后，特斯拉宣布他提交了关于一种新的电气传输电缆的专利，这种电缆用冰来降低电力损耗以使得能够把电力从尼亚加拉瀑布跨越大洋送到伦敦。[24]

魔法师与伟人

1900 年 11 月，特斯拉取得了一个幸运的突破。他得以会见华尔街最有权势的人，J. P. 摩根（1837—1913），并说服了摩根借给他 150 000 美元以支持其无线工作。

摩根是一位著名金融家的儿子，在波士顿和哥廷根大学受过教育。他跟随父亲进入银行业，并在 19 世纪 70 年代利用父亲在伦敦金融圈的关系为美国铁路筹

措了所需的大量资本。19 世纪 80 年代，随着铁路线参与恶性竞争和一些铁路线的破产，摩根频繁地介入对它们的再融资和重组。在此过程中，他通过保留大量股票和在重组的铁路中要求更多的董事席位而保护了自己公司（和客户）的投资。到世纪末，摩根控制了美国东部运营的大多数铁路。在铁路上站稳了脚跟后，摩根开始参与工业并购；1892 年，他协助波士顿银行家亨利·李·希金森（Henry Lee Higginson）把汤姆孙–豪斯顿电气公司和爱迪生通用电气合并组成通用电气公司。特斯拉遇到摩根时，他已是美国资本社会的主导人物。[25]

目前尚不完全清楚特斯拉是如何跟摩根联系上的，不过可能源于摩根及其商业伙伴对无线电报的早期兴趣。作为一名狂热的帆船运动爱好者，摩根可能是在 1899 年美洲杯帆船赛期间开始了解无线技术的。比赛期间，摩根是纽约帆船俱乐部的会长，也是卫冕帆船“哥伦比亚号”的首席赞助人。正如我们先前所见，马可尼来纽约是为了通过把比赛现场的消息传送给《纽约先驱报》的记者来演示其无线系统。就在比赛之前，摩根伦敦分公司的爱德华·C. 格伦费尔（Edward C. Grenfell）和罗伯特·戈登（Robert Gordon）接触了马可尼的无线电报和信号公司的董事，提出以 200 000 英镑购买马可尼的美国专利。[26]摩根的人坚持要把“海洋权利”作为交易的一部分，即“如果有朝一日能用无线电报从英国向纽约通信”，他们也要能够使用这部分专利。然而，马可尼的董事们不满意那个价格并不断改变交易条款，摩根的代表们最终厌恶地放弃了交易。[27]

摩根没能买成马可尼的美国专利，那么就很有可能把特斯拉视为涉足这一新技术的另一选择。因此，大约一年后，摩根分别于 11 月 23 日和 12 月 7 日在家中简短会见了特斯拉。在这些会见中，特斯拉向摩根介绍了其无线技术，并大胆提出它将取代电报和电话。他建议他和摩根组建一两个公司来开发无线技术，而摩根在这些新企业中控制 51%的股份。[28]

不过除了提出这些想法，特斯拉似乎有意缩短与摩根的会见时间，这可能是因为他发现很难同时面对摩根强势的个性以及他那布满肉赘的肥大变形的酒糟鼻。关于摩根强大的气场，安妮特·马尔科·席费林（Annette Markoe Schieffelin）回忆说，当他进入房间时，他“就给人一种震撼的感觉：他的身材不是非常魁梧，

但就是让人深深感受到——他就是王者。他是这样的”。而艺术品商人詹姆斯·亨利·杜维恩（James Henry Duveen）用以下方式描述了他第一次接触摩根时的情形：“对于这次碰面我毫无准备……我听说他有点缺陷，但我看到他时还是吓了一大跳，以至于一时语塞。要不是大吸一口气，恐怕我的脸色都要变了。摩根先生察觉到这一点，用他那小而尖刻的眼睛狠狠地盯着我。我感受到他察觉了我的遗憾感，我们相对无语地站了一会儿，就像过了几个世纪。我发不出声，当我终于能够张开嘴巴时，只是发出了一声沙哑的咳嗽。他咕噜了一声。”[29]特斯拉对摩根的鼻子可能也是同样地易于敏感。

由于无法当面深入展开其建议，特斯拉在每次会面之后都会写信。首先，他通过指出无线技术能有效地与跨大西洋电报电缆竞争而具体化了发展无线技术的提议。特斯拉知道摩根要依赖在纽约和伦敦的办公室之间由海底电缆发送的消息，他报告说，他现在能够操控上亿伏特的电压和数十万马力的电能，因此不再需要依赖那些“长而昂贵的电缆”来发送消息。特斯拉向摩根保证说，“对这类设备的长期实践经验以及在将近七百英里范围内的准确测量，可以确保我能完全成功地建构跨大西洋电报通信站，并且如果需要的话，跨太平洋的也能成功做到”，这其中隐含了他在科罗拉多观测雷暴生成的驻波时的所学。提到其调谐工作，他告诉摩根说，他能选择性地操作“大量设备而没有互相干扰，也能保证所有消息的绝对私密”。特斯拉估计两个跨大西洋传输临时站的建设成本将会是 100 000 美元，建设时间需要六到八个月。而要跨越太平洋，特斯拉需要 250 000 美元，并且需要一年多的时间完成。但最重要的是，他想向摩根保证，他将完全信任他。特斯拉写道：“尽管这些发明的开发已经花费了我多年的努力，但我知道我是在与一位**伟人**打交道，因此我完全相信你的慷慨大度，并毫不犹豫地将对我利益和报偿的分配权交托给你［强调为引者所加］。”[30]

在第二封信中，特斯拉讨论了专利的情况。他已经在美国、澳大利亚和南非获取了广泛覆盖其发明的专利，并且他可以自由地对这些专利进行二次开发。针对摩根提出的对马可尼和其他对手的顾虑问题，特斯拉让这位伟人确信，尽管英国邮政局青睐马可尼的技术，但这不过是证明了无线技术有潜在的市场。此外，

特斯拉还提供了顶尖科学家，诸如开尔文男爵、威廉·克鲁克斯爵士和阿道夫·斯拉比（Adolph Slaby），对其先前发明中的才识的赞赏之辞。特斯拉对他专利的法律地位稳固程度很自信，他告诉摩根，有了“我在这个还是待开发领域的专利，如果你把它们控制起来，那么你能把控的稳固程度……将会强过贝尔电话发明的拥有者或者我自己的交流电力传输发明的拥有者”。

就像先前对佩克和阿斯特做过的一样，特斯拉熟练地提出了请支持一位先锋的吁请，通过提供所需的资金和商业才智来支持他把想法转化为革命性的新发明。魔法师对金融家说：

> 请允许我提醒你，要是世人都胆怯和吝啬，任何伟业都不可能完成。拉斐尔不可能创造出他的杰作，哥伦布不可能发现美洲，大西洋电缆也不可能铺设。众人当中，你应当大胆从事这一仅是看似冒险的事业，以卓越的洞察力和愿望推进一种对人类无价的技艺。
>
> 谈到财务问题，请记住：这些发明（唯有借助它们才能达成我们所欲的目标），现在我能独自完成；而在你强有力的手中，加上你完善的知识和对商业的掌握，其价值将无法计量。
>
> 尽管我在上一封信里已经表达了自己的意思，但我想更明确地说一下我的股份和报偿问题。你有控制权，大头是你的。关于我的利益——你了解发现和艺术创作的价值——你怎么说我怎么办。[31]

特斯拉担心还没有说服摩根，就起草了第三封信，长达十页。不过在他还没有寄出之前，他就收到了那位伟人愿意支持他的回话。[32]激动的特斯拉迅速于12月12日给摩根写了一个便条：

> 以我的职业和我自己之名，我该怎样感谢你呢，伟大慷慨的人！我将以我的工作向全世界大声宣读你的名字！
>
> 你很快就会看到，我不仅能够深深感激你高贵的行动，还会使你宽宏大度慷慨仁慈施于我的投资升值百倍！[33]

尽管摩根于 1900 年 12 月名义上同意帮助特斯拉，但他们在两个月之内都没有把协议最终定下来，这可能是因为摩根那时正在与安德鲁·卡内基深度进行创建美国钢铁公司的谈判。[34]

同时，特斯拉借 20 世纪肇始之际（那时认为是 1901 年 1 月 1 日）宣布说，他在科罗拉多时接收到了一个星际信号（参见第十三章）。在回答美国红十字会关于他认为什么将会是影响新世纪的最重要的科学发展的问询时，特斯拉回答说，未来的主要挑战是找出人类与其他世界建立联系的方法。[35]魔法师小心避免声称他检测到的消息是来自火星，然而激进的记者很快就把他的声明解读为特斯拉相信他收到了那颗红色星球发出的信号。特斯拉的这些说法受到了前沿科学家的严厉批评，当这些火星报道与批评铺天盖地地出现在报纸和杂志中时，我们可以想象摩根是怎么想的。[36]特斯拉就是相信不管怎样摩根都会支持他吗？还是说他无法抵抗一个能推出这样一个引人注目的幻象的机会？

在 1901 年的最初几周等待摩根后续行动的日子里，特斯拉试图利用这位伟人的认可来诱使阿斯特支持其无线照明发明。自打从科罗拉多回来后，特斯拉就一直在摆弄其无线电灯，现在将之弄成了方形螺旋的玻璃管。特斯拉向阿斯特写信说："谨向你致以新世纪的衷心祝福。摩根先生的慷慨支持（我应当对之感激一辈子），使我的无线电报和电话的成功有了保证，但我现在还是没有能力把我已完成的发明投入市场。我难以置信，作为我多年的朋友，你还在犹豫要不要和我一起推出那些发明，我会用这些发明为你的投资提供比任何他人多出十倍的回报的。"尽管他们有长期的交谊，再加上巨额利润的许诺，阿斯特还是有所怀疑，因为他在报纸上读到马可尼和其他人在无线领域可能有比特斯拉的更强大的专利。特斯拉回复说："上校先生，不要被报纸上的说法误导。我有控制性的专利。为什么不跟摩根先生和我一道呢？"阿斯特还是小心翼翼，拒绝了参与特斯拉今后的任何事务。为了弥补阿斯特的退出，特斯拉立即开始了一场报纸闪电战，强调他的电灯能产生"人工阳光"，可以用之净化大气、杀死细菌并产生"一种舒缓神经的效果"。[37]

特斯拉不知道摩根正忙着把大多数钢铁企业合并成一个"十亿美元的托拉

斯”，随着几周过去还没有听到这位新赞助人的消息，他越发担心起来。可能是为了向摩根施加压力，特斯拉在 2 月中旬为其无线电报系统开始了一场新的宣传活动。特斯拉告诉记者，他的系统已经完成，并且他能在八个月的时间里把消息发送过大洋。更进一步的故事表明，特斯拉正在考虑把发射站放在新泽西州海岸，他也派了一个代理到葡萄牙去为接收站找个位置。尽管特斯拉还没有做出商业细节，记者们注意到他“非常热情但又隐晦地提及了他收到的财务支持”。[38]

摩根从不喜欢纽约的小报，对特斯拉的报纸报道无动于衷，甚至可能有点生气。[39]正如《文学文摘》指出的：“日报各按其自身风格处置［特斯拉的］各种宣告，黄色刊物用奇怪的图片和大标题，严肃一点的报刊就加上持怀疑态度的短评。”[40]然而，随着与安德鲁·卡内基和其他钢铁大亨的谈判渐近尾声，摩根派了他的一个合伙人查尔斯·斯蒂尔（Charles Steele）与特斯拉一道工作。斯蒂尔让特斯拉起草一封协议信，摩根会据此向特斯拉预付经费以换取特斯拉无线专利 51%的份额。协议没有提及组建任何公司或在伟人和发明家之间分享股份的问题。特斯拉欣然同意“签署摩根先生批准的任何文件”，不过还是问了一下协议能否不仅包含无线电报部分，也包含其无线照明系统。摩根在 2 月 26 日再次会见了特斯拉之后，同意了在协议中一起包含无线电报和照明。[41]

接着，特斯拉于 1901 年 3 月 1 日向摩根递交了一封信，总结了他们的协定。在花费了数年时间努力完善电气照明系统以及研究无线电报和电话之后，他

> 现在急于构建对于把我的发现和发明投入实际使用以及在相关课题上继续研究来说必要的设备。
>
> 为此我希望获得总数为［空格］的金额，并据此同意，如果你将按下文所说向我预付这个金额，我将把所有提到的专利和发明的 51%的收益分配给你，这也适用于我此后可能获取的任何专利或发明。

3 月 4 日（美国钢铁公司宣布成立的第二天），摩根接受了特斯拉的协议信，并指示斯蒂尔在信中的空格处填入“150 000 美元”。[42]

让我们暂停片刻，考虑一下这份协议的签署对双方意味着什么。特斯拉后来

回忆称，这对摩根来说是“一项简单的交易”，150 000美元的回报是摩根获得了特斯拉专利权的 51%。涉及的金额对摩根来说可能也不算什么大数目。1901 年 4 月，他看也没看就以 150 000 美元购买了托马斯·庚斯博罗的著名油画《德文郡公爵夫人》。几个月后，他以 400 000 美元购买了拉斐尔的祭坛画《科隆纳圣母》，并在迅速浏览了一堆建筑蓝图之后，轻松地拿出一百万美元给哈佛医学院建造三栋建筑。[43]

虽然通常认为摩根向特斯拉投资是为了通过对无线技术的先发控制来获取对未来无线行业的控制（从而保护他在现有有线电报和电话网络中的投资），但没有证据支持这一假设。事实上，如果是这种情况的话，摩根最有可能会等到该行业更成熟时才参与投资；例如，他只有在其他人大举投资并把爱迪生公司和汤姆孙–豪斯顿公司打造成蓬勃发展的企业之后才与希金森一道组建通用电气。摩根不是通过投资高科技初创公司而是通过合并和投资成长型成熟行业来赚钱的。

相反，正如特斯拉在 1900 年 12 月 12 日的信中暗示的，摩根的参与主要是出于“仁慈”。摩根经常会资助不同个人以发展艺术和科学项目；例如，他在 1902 年资助巴什福德·迪安（Bashford Dean）从美国自然史博物馆（他在那里研究了泥盆纪的裂口鲨）转到大都会艺术博物馆，以便他能对一些中世纪的盔甲进行分类。[44]因此非常有可能是，摩根视特斯拉为一个有趣的艺术家或学者，而视无线电报为一项有前途的研究事业。也正因此，摩根对于特斯拉的项目是否能取得商业上的成功反倒不是特别担心。

尽管特斯拉一定会很高兴从摩根那里获得了 150 000 美元，但他没有从这个协议中得到他想要的一切。对于特斯拉来说，协议不应当是以 150 000 美元出售专利权，而应当是组建公司和建立合作伙伴关系。在特斯拉看来，一方面他提供技术魔法，而另一方面摩根应当提供所需的金融天才，这样才能把他的无线技术转化为了不起的新事业。特斯拉可能希望的是，摩根能取代他在交流电动机时代的老赞助人佩克，也就是说，摩根能花时间了解特斯拉的梦想，培育其梦想，并帮助他把这些梦想与商业世界的现实问题关联起来。在签署协议时，特斯拉没有向摩根抱怨他们的协定，这或者是因为他得到钱太兴奋了，或者是因为他不想得

罪这位伟人。[45]

然而，特斯拉仍然担心与摩根的关系。在接受摩根的条款时，特斯拉于 1901 年 3 月写信给斯蒂尔说，他希望“在摩根先生好心接受我的提议时，也能消除各种错误印象”，以及“在不太远的未来我就能证明自己不负于他所赋予我的信任”。[46]

沃登克里弗的实验室

带着从摩根那里获取的资金，特斯拉热切地开始计划一个能证明其无线电报的新实验室。为了设计这个新实验室，特斯拉找到了他的朋友斯坦福・怀特。怀特勾勒出一栋壮观的 30 × 30 米的单层砖建筑，建筑中央有一个高烟囱（图 14.1）。尽管该建筑主要是功能性的，然而怀特也提供了拱形窗，还在烟囱上装饰了一个铸铁井口——这个灵感来自他在意大利的所见。怀特估计实验室的建设将耗资 14 000 美元。[47]

特斯拉拿到了设计规划，现在必须选择在哪里建立新的无线实验室。他稍微考虑了一下把实验室放在尼亚加拉瀑布附近以传输那里产生的过剩电力的想法，但很快就专注于在靠近纽约的大西洋海岸选一个位置。当特斯拉要开辟一个新实

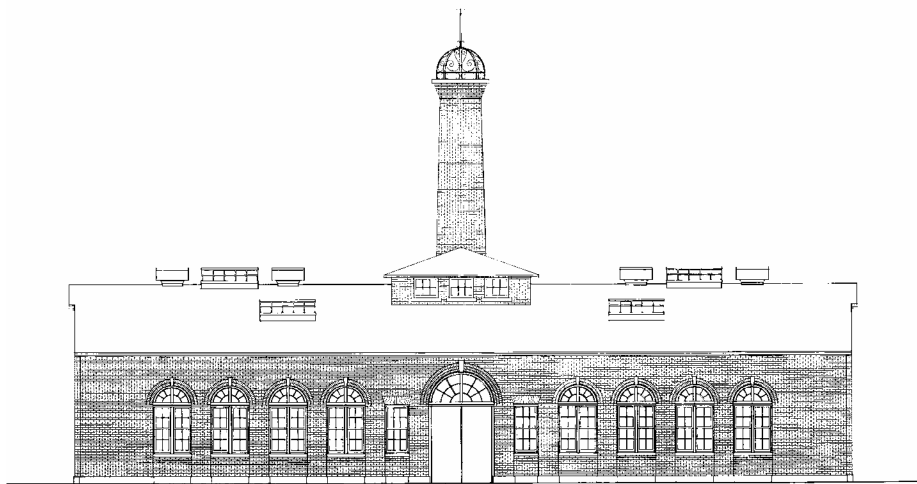


图 14.1　特斯拉在沃登克里弗的实验室

图片来源：从 Christopher J. Bach, Architect 授权复制。

验室的消息传出去以后，俄亥俄州的一位律师和银行家詹姆斯·S.沃登（James S. Warden）找到了他，沃登当时已搬到了长岛北岸的萨福克县。沃登相信从杰斐逊港到威丁河的长岛铁路北部分支的最近扩展会导致房地产的繁荣，于是在小村庄伍德维尔兰丁（Woodville Landing）附近购买了 647 公顷农田。沃登的物业位于离纽约 100 公里处，快速火车能在一个半小时之内到达。沃登希望能将之打造成一个吸引纽约人的避暑地，就把他的物业命名为沃登克里弗（Wardenclyffe）。

沃登预计特斯拉可能要雇佣 2000—2500 名工人，其中许多人需要房子，因此他为特斯拉的实验室在火车站对面提供了 80 公顷土地。特斯拉于 1901 年 8 月接受了沃登的提议，并在次月开始建造。为了监督建设过程，特斯拉经常会到现场出差，乘火车上午十一点到达并待到下午三点半。在这些检查出差中，陪伴他的经常是一位塞尔维亚男仆，男仆会带着一个装满由华尔道夫–阿斯托利亚酒店厨师准备的食篮。建设一俟完成，特斯拉就住进了一间租来的小房子里。[48]



图 14.2　沃登克里弗的机器车间，在左上方可见跨越建筑中央的阳台

图片来源：https://www.pbs.org/tesla/ll/td_towint_pop.html.

特斯拉把沃登克里弗实验室的内部划分为四个大的房间：机器车间、锅炉室、蒸汽机和发电机室，以及电气室。机器车间位于面对火车站的一侧，配备有众多设备：铁匠炉、车床、钻床、铣床，以及刨床（图 14.2）。特斯拉安装这些机床是预见到他将需要为新系统制造许多组件。在锅炉室和蒸汽机室有两台锅炉，它们把蒸汽提供给一台 400 马力的西屋往复式蒸汽机，蒸汽机被直接连到一台专门设计的发电机。此外，蒸汽机室还另外配备有一台照明用发电机、一台空气压缩机，以及多个水泵。幸存的照片显示，在建筑中央机器车间的上方有一个阳台。此外，照片显示，特斯拉不仅坚持用高质量的设备，也注重美观的木工等细节（图 14.3）。

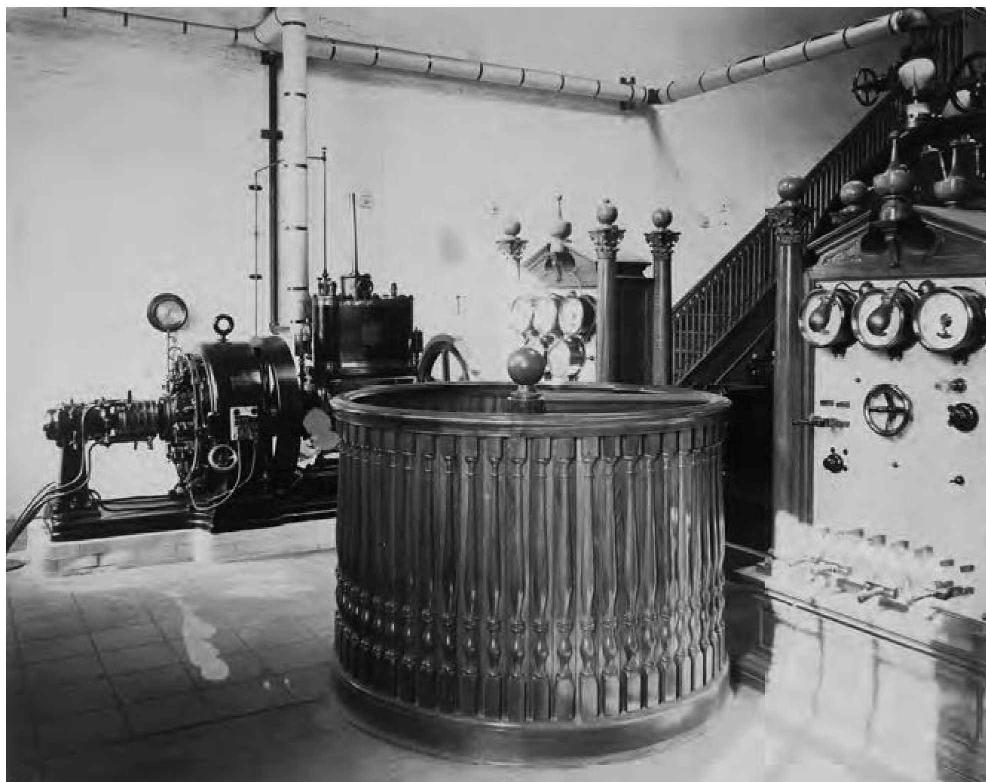


图 14.3　沃登克里弗的蒸汽机和发电机室

在水银断续器和控制面板上显示有华丽的木艺装饰。在后部可看到西屋发电机。楼梯可能是通往跨越建筑中央的走廊或阳台。

图片来源：http://www.tesla-coil-builder.com/.

实验室里最大的空间是电气室，它占据建筑靠塔一侧的一半空间（图 14.4）。这里的设备包括四个巨大的可运作于 60 000 伏特的西屋变压器、四个大的电容器、一个机动水银整流器，以及一个特制的控制单元。根据特斯拉的描述，这个控制单元能“做出在能量的测量和控制中想要的任何可能的控制”。在房间的中央，特斯拉陈列了几十个实验设备。[49]

沃登克里弗实验室的一个关键特色是离实验室建筑 100 米的巨塔（图 14.5）。特斯拉知道实验站的发射范围与塔的大小成正比，而这也依赖于可用的资金量：“如果资本家们愿意掏多一点钱的话，那你就能建起一个巨大的天线，因为……正如我在 1893 年指出的，……其效果将与投资于那个部分的资本成比例。”[50]



图 14.4　沃登克里弗的电气室，显示有陈列的设备

图片来源：http://www.teslasociety.com/.



图 14.5　沃登克里弗的实验室与塔

塔位于离实验室 100 米的地方，这是因为特斯拉计算过在那个距离上电光流不太可能从塔上跳跃到实验室。

图片来源：http://en.genius-croatia.com/dt_portfolio/nikola-tesla/.

在设计塔时，特斯拉必须考虑两个因素：高架终端所能储存的电能数量以及他希望通过大地传输的波长。在科罗拉多，特斯拉曾用覆盖有金属的木球作为高架终端。而现在在沃登克里弗，他想要大大提高储存在高架终端中的电量以便能把电力传到全球。根据电气科学中“两百年前认可的一个老事实”，特斯拉知道球体比其他几何形状能储存更多的电荷；因此，他打算让沃登克里弗塔冠以一个半径尽可能大的金属终端，然后在金属终端表面上镶嵌大量的半球。[51]（带半球形钉的金属终端的一个版本，参见图 14.6。）朝此目标，他 1901 年 5 月最初的草图显示出一个蘑菇形状的可调的曲面圆顶（图 14.7）。

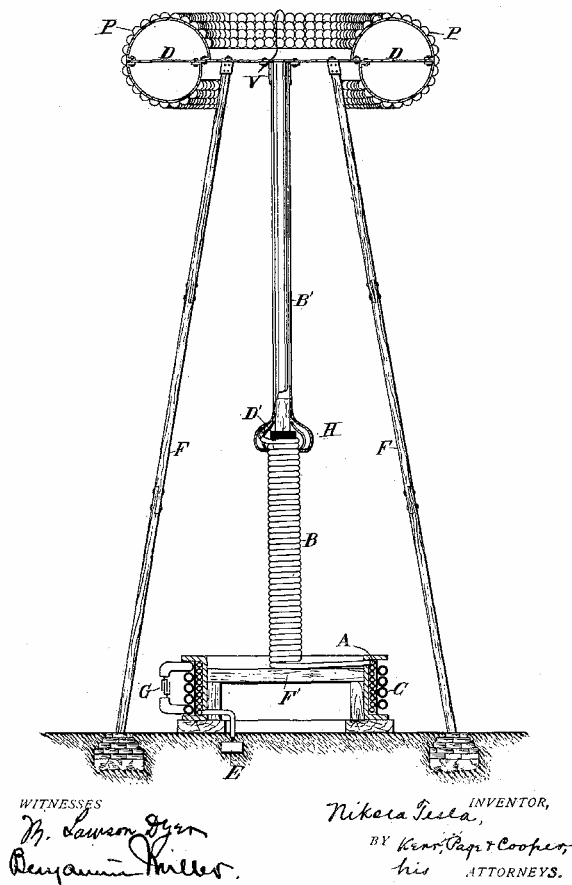


图 14.6　沃登克里弗塔专利示意图，显示出高架终端的一个版本以及特斯拉计划采用的电路

关键部件：

D　镶嵌有半球 P 的环形终端

G　电流源（可能是电容器）

C　放大发射器的初级线圈

A　放大发射器的次级线圈

B　连接到次级线圈 A 的另一线圈

E　接地连接

特斯拉并没有在塔上建一个如图所示的环形终端，而只是在专利中用这个形状来“说明其原理”。参见：NT, Radio Testimony, 145.

图片来源：NT, “Apparatus for Transmitting Electrical Energy,” US Patent 1,119,732 (filed 18 Jan. 1902, granted 1 Dec. 1914).



图 14.7　顶部显示有半球形终端的沃登克里弗塔

图片来源：National Museum of American History.

至于说波长，特斯拉在科罗拉多已经了解到在放大发射器中次级线圈导线的长度应当是想要产生的波长的四分之一。由于特斯拉最初想用波长大约 730 米的低频长波来传输电力，因此他计算出将会被放在沃登克里弗塔里的次级线圈导线长度应为 182 米，那也就应当是塔的高度。182 米是艾菲尔铁塔高度的三分之二，怀特估计特斯拉提出的塔的建造成本将会是 450 000 美元。[52]

估算出了塔的造价，特斯拉就在 1901 年 9 月问摩根要更多的钱。[53]然而摩根拒绝再借钱，特斯拉被迫缩减设计。特斯拉给怀特写信说："可以确定的是，我们无法按计划建塔。我说不出我有多么遗憾，因为我的计算表明，有了那样的建筑我就能让电力跨越太平洋。"[54]

尽管特斯拉考虑过一起用两三个小一点的塔的方案，然而他最终选定了另一个小一点的设计，其顶端是一个用钢架做成的大的半球终端（参见图 14.7）。特斯拉打算用铜板覆盖终端，并可能还要在终端上镶嵌更小的半球。尽管终端的形状改变了，但它仍有大的半径，特斯拉相信这将让他能"用［在沃登克里弗的］这个小的站产生出多倍于大小为其一百倍的普通站所能产生的效果"。[55]

沃登克里弗塔于 1901 年 11 月开始建设，有照片显示该建筑到 1902 年 9 月已落成。特斯拉无法如他期望的那样快速完成塔的建设，因为摩根的最后一笔 50 000 美元付款推迟了两个月才支付。[56]

建造塔的一个挑战是，不管顶部的终端是什么形状，它都非常重；最终版本半球的直径为 20.7 米，重达 55 吨。除了重量之外，终端还有一个巨大的表面，因此面对来自长岛海峡的风，它就像是一个帆。为支撑终端的重量和抵消风的力量，这意味着要建造一个大而牢固的塔。为达到这种强度要求，怀特采用了一个上部逐渐缩小的八角锥体。由于终端必须与地面绝缘，因此塔的建造不能使用钢或铁架，所以怀特就用了未加工的松木。沃登克里弗塔从上到下高达 56 米，从海峡对面康涅狄格州的纽黑文也能看到它。[57]

塔无疑很壮观，《纽约时报》的一位记者就称它"很有'舞台感'，又如图画般美丽"，但更让人印象深刻的是它下面的井和隧道。[58]由于特斯拉意图通过大地传输电力，所以首先他的系统要能"紧抓住地球，否则就无法让大地振动。必

须要能紧抓住地球，才能让整个地球振动，而要做到这一点，就有必要在建设上花大价钱”。[59]在科罗拉多斯普林斯的接地连接包含了埋在室外地下的几个金属板；而在沃登克里弗，特斯拉决定要与塔下的地下水位建立一个更牢靠的连接。为实现这一点，特斯拉打了一口深达 36 米、远低于地下水位的 3×3.6 米的井。为进到井里，在塔的底层有“一个很像远洋轮船舱梯的木件”，还有一个通往井底的圆形楼梯。[60]

放大发射器次级线圈的一端连接到额外的线圈，并进而连接到塔顶部的高架终端，而另一端接地（参见图 14.6）。为了在塔底层的放大发射器和井底之间建立接地连接，特斯拉放置了“一个电流可经之流过的长轴，长轴这样放置也是为了能准确断定出哪里是节点，因此我就能计算出节点之间的距离。例如，用那台机器，我能准确计算出地球的大小或直径，并能做到测量结果的误差在四英尺的范围内”。[61]

在井底，特斯拉通过把从放大发射器下来的金属轴和一个精心设计的水平管道系统连接起来而完成了接地连接。按照他的解释，“真正花钱的工作是把核心部分［也就是金属轴］和大地连接起来。我在那里装配了推动一根接一根铁管的特别的机器，我推动这些……我想是十六根铁管，长三百英尺［约 91 米］，然后这些管中的电流就把大地抓住了”。[62]特斯拉用压缩空气驱动这些管子进入大地，因此他在实验室的蒸汽机室放了一个压缩机，并通过顺沿在电导管旁的特别的管道把压缩空气送到井里。

一家报纸报道说，特斯拉打算保持井底的水温暖，他可能是希望这能改善与大地的连接。[63]此外，他让工人从井底挖掘了四条铺有石头的隧道，每条 30 米长，隧道逐渐向上倾斜通往地面。隧道的末端是圆顶形的砖出口。[64]目前尚不清楚这些隧道在特斯拉的总体计划中扮演什么样的角色。

特斯拉对沃登克里弗运作的设想

随着沃登克里弗实验站的建设进入到 1902 年，特斯拉也开始看到无线电力的开发将会涉及几个不同的步骤。正如他向摩根解释的，这些步骤将会包括：“(1)

敏感设备几乎察觉不到的少量能量的传输和微弱效果的产生；(2)满足敏感设备所需的以及让只需少量电力的设备动起来的可观数量能量的传输；(3)具有工业价值的电量的传输。我当前任务的完成将意味着第一步的达成。”[65]那么根据这个开发路线图，特斯拉打算怎样用沃登克里弗实验站传输电力呢？

尽管特斯拉没有留下关于沃登克里弗站是如何运作的完整描述，然而所有的迹象都表明，他打算以类似于他在科罗拉多斯普林斯运行其系统的方式来运行该站，这个方式是基于他 1897 年提交的基础专利中的原理（参见图 12.10）。[66]

沃登克里弗站的锅炉提供蒸汽给西屋蒸汽发动机和交流发电机的组合。发电机的电流接着就被电气室中的四个变压器提升到 44 000 伏特，用四个变压器的目的是为了提供四相电力。特斯拉用这个高压电流给房间里的四个大电容器充电，并采用几个可变电感线圈、电阻箱和一个大的汞弧断续器来调整电流的频率。有了这些控制方法，他就能在高至 200 000 周期每秒、低至 1000 周期每秒之间改变频率，并且能产生一列连续的无衰耗波。[67]

这个高压高频电流经由一个特殊地下导管中的电缆被传导到塔中。如图 14.6 所示，特斯拉把放大发射器安装在塔的底层。尽管初级线圈和次级线圈的直径比科罗拉多的要小，然而额外线圈似乎要长很多。为把额外线圈连接到高架终端，特斯拉用了一个大的金属轴。特斯拉主要是关注用放大发射器把电力广播出去的问题，而他已经能够通过把麦克风或电报键连接到发射器的初级线圈来发送电话或电报消息，连接之后“就能对它讲话，或以手或其他方式按动它，那么就会产生波强度的变化”。[68]特斯拉估计，沃登克里弗放大发射器产生的功率是 200 千瓦。[69]

特斯拉希望放大发射器在运作于这种水平的电力时能经由塔下的井来“抓住大地”，并在地壳中生成一个驻波电流。为把这些电流从放大发射器的次级线圈传导到大地，特斯拉用了另一个从塔基延伸到井底的大的金属轴，波从井底经由 16 根水平管进入大地。

特斯拉相信其放大发射器产生的这个电流波会在大地中走到沃登克里弗在地球对面对应的点，并被反射回来；如果波与地球的谐振频率同频，那么反射波

将与原波同相，并因而生成一个驻波。基于在科罗拉多所做的测量，特斯拉计算出地球的最低谐振频率是 6 赫兹。现代理论预测这个频率是 10.5 赫兹（忽略损耗），而实际测量得出谐振峰值时的频率大约为 8 赫兹，这表明特斯拉的计算是正确的。[70]

特斯拉相信，当地球谐振于其电磁谐振频率时，人们就能通过把一个接收器接地而在地球表面的任何地方接收电力和消息。特斯拉预期，当能量经由大地中的驻波而从放大发射器传到世界各地的接收器时，有了发射器和接收器上的高架终端，其系统中的电路将会变得完整。正如我们先前所见，沃登克里弗的高架终端被设计成能保持大量电荷。在去科罗拉多之前，特斯拉坚持认为返回电路中涉及一个流经大气的电流（参见第十二章），但在沃登克里弗工作期间他从未清楚解释为完成电路他期望在接收器和发射器之间建立哪种电气连接回路。借鉴特斯拉后来提出的关于粒子束的想法（参见第十六章），一些特斯拉粉丝推测他是通过使用 X 射线或激光在沃登克里弗塔和电离层之间创建一个传导通路而建立起一个返回电路。他们注意到高架终端顶上有一个 1.2 米宽的洞，使得特斯拉能很容易地向天空发射射线。[71]同时，其他特斯拉专家能够做到用放大发射器通过大地短距离传输电力，但他们无法确立对返回电路是怎么回事的一个现代电力学理论解释。[72]

正如其基础专利所示，特斯拉最初认为接收器也需要是一个与发射器大小类似的塔（参见图 12.10）。然而，在沃登克里弗工作的某时，他决定大的接收塔是不必要的，用小一点的设备也能接收到消息和电力。而且，他现在还提议家庭配备地线和小的高架终端，以便他们能接收到必要的能量以点亮其真空管灯。他还设计了一个接收器和时钟的组合，它能被无线能量供电并接收精准的时间信号。特斯拉指出：“让全世界都感受到美国时间的想法是有趣的，并很有可能变得流行。”[73]

在许多方面，沃登克里弗实现了特斯拉的梦想。近十年来，他一直在想象中设计一个能把电力向全球广播的系统，而现在那个系统在现实世界中正在成形。特斯拉正在有效地组建使他持续领先于马可尼所必需的人、想法、资金和资源的网络。

但是沃登克里弗的系统会真的工作吗？在某种程度上，我不认为特斯拉会有所担心，因为他对于其作为发明家的能力有着充分的信心；如果在他的想象中沃登克里弗的系统能工作，那么它肯定能工作。此外，到 1901 年底，他已有了成功的所有外部标志（幻象）。只要他还能像个百万富翁一样住在华尔道夫酒店，还能得到 J. P. 摩根的支持，还有足够的新闻报道，以及还在建设一个令人印象深刻的实验站，那么就一切都好。对于特斯拉来说，这些幻象已证实了他在想象中见到的理念。

第十五章
塔之暗灭
（1901—1905）

取得伟大成果是一回事，而在正确的时机取得是另一回事。

——特斯拉致 J. P. 摩根，1904 年 10 月 13 日

马可尼逆袭，马丁倒戈

1901 年秋季下来，当特斯拉在监督其沃登克里弗实验室和塔的建设时，他相信他正在接近成功。他在 1901 年 10 月 13 日欢快地给凯瑟琳·约翰逊写信说：

> 13 是我的幸运数字，因此我知道你会按我的愿望……光临华尔道夫酒店。如果你来的话，那么当我跨越海洋和大陆传输无线消息时，就算是砸锅卖铁，我也会让你得到有史以来最好的帽子……
>
> 我已经订了一个简单的午餐，你一定要同来。我们一定要让霍布森出现……我知道他喜欢我超过喜欢你。[1]

同时，特斯拉让摩根确信他正在取得进展。在 11 月向这位伟人总结其工作时，他自信地声称，他最新的专利涵盖了“在迄今所知的任何其他方法中都无法获得的几乎无限量电力的电效应”的产生。此外，他的专利还覆盖了高效传输技术。

其他传输方法遭受的损耗与所覆盖距离的平方成比例，而特斯拉声称他方法的损耗要小非常多，仅仅是与距离成比例。特斯拉报告说："仅这一项功能，就能把所有的竞争拦在门外。"[2]

然而这些声称很难抑止来自马可尼的竞争。正如我们在第十二章所见，马可尼已于 1899 年 3 月跨越英吉利海峡传输消息，这促使特斯拉开始了在科罗拉多斯普林斯的实验。七个月后，马可尼来到纽约并用其设备为美洲杯帆船赛提供报道，希望获取纽约报纸或美国海军的合同。马可尼没能成功获取海军的合同，他回到英国继续工作，试图增加传输距离，以及开发一种调谐发射器和接收器的方法以使它们能运作于一个特定的频率。到 1900 年初，他把覆盖距离提高到了 297 公里，并获得了一个关于调谐系统的英国专利（专利号 7777，1900 年），这个系统在其天线电路中使用特别缠绕的线圈。[3]

虽然马可尼公开坚称跨大西洋无线传输消息还是不可能的，但他私下决定，应当努力尽快达到这一目标。马可尼是担心其业务状况才做出这一决定的。尽管尽了最大努力，马可尼的无线电报和信号公司还是未能与英国或美国海军、邮政局，或伦敦劳埃德海上保险集团签署重大合同。尽管马可尼的股票被伦敦的投资者大肆哄抬，但微薄的设备销售还是意味着公司资本匮乏。为解决这些问题，马可尼认为需要有一个对他无线系统潜力的令人瞩目的证明；如果他能跨大西洋通信，那么他的公司不仅能在船–岸通信上建立垄断地位，还能开始与利润丰厚的电缆信息业务竞争。尽管公司的董事们最初反对这个大胆的计划，马可尼还是说服了他们跨大西洋通信是可行的，董事会于 1900 年 7 月批准了他的计划。

为担负起这件"大事"（马可尼对跨大西洋传输的说法），马可尼悄悄地建立了新站点。[4]他在英国康沃尔郡的波尔杜和美国南韦尔弗利特的科德角分别建立了一个站。在每个站，他都建造了一个由 20 根 60 米的天线杆组成的巨大圆形天线。马可尼 1901 年初在科德角查勘位置时，听到关于特斯拉计划的传言（特斯拉可能得到了摩根的支持），这一消息促使他加快努力。[5]

为跨越大西洋，马可尼意识到需要扩大其系统，不只是天线阵列的大小，还有发射器使用的电量。直到 1900 年，马可尼都一直依赖使用感应线圈和电池的小

的发射器；然而，为跨越大西洋，他需要一个更为强大的发射器。为增加电力，马可尼寻求公司新科学顾问约翰・安布罗斯・弗莱明的帮助。弗莱明是伦敦大学学院电气技术系的彭德教授，曾与特斯拉在1892年他访问伦敦期间见过面。精通电气工程的弗莱明设计了一个带有25千瓦交流发电机、20 000伏特变压器以及高压电容器的发射器。这个电气设备不只是在大小上跟特斯拉在沃登克里弗的设备类似，弗莱明对电路的配置方式也类似于特斯拉在科罗拉多和沃登克里弗对其放大发射器所用的方式。采用弗莱明设计的这个新系统，马可尼和同事能够在波尔杜产生约2.5厘米长、手腕厚度的火花。[6]

弗莱明于1901年8月安装了这个新的发射器，但还没来得及测试，狂风就刮倒了波尔杜的天线阵。马可尼很快更换了这个阵列，但接着另一场风暴摧毁了科德角的天线阵。马可尼仍然决定进行跨大西洋测试，并于 11 月底跟乔治・坎普（George Kemp）和 P. W. 佩吉特（P. W. Paget）航行到纽芬兰的圣约翰。马可尼选择圣约翰是因为它是北美离英国最近的点（3500 公里）。在离开英国之前，马可尼已指示波尔杜的话务员从 12 月 11 日开始每天下午三点至六点之间以摩尔斯码发送“SSS”。

马可尼和同事于 1901 年 12 月 6 日到达圣约翰。通过采用悬挂在冬季暴风中飞行的风筝下的一根天线，以及一个敏感的受话器，马可尼和坎普在 12 月 12 日和 13 日听到了“SSS”信号。12 月 14 日，马可尼发布了一个新闻公告，第二天的周日报纸立马就广泛报道了他的成就。[7]

在《纽约时报》中，马可尼跨大西洋信号的新闻占据了头版。报纸称马可尼的成就是“近代最精彩的科学发展”，并包含了一篇他的传记。由于特斯拉曾“暗示过‘通过大地和大气发电报’的可能性”，因此报纸也问了特斯拉的感想。特斯拉不仅提醒报纸说他几年前就讨论过无线电报的可能性，还暗示说电力的传输比起只能发送几个短的消息更加重要。为使报道更为圆满，《纽约时报》让 T. C. 马丁来做结语，马丁是《电气世界》的编辑，能在更大的背景中谈论马可尼的成就。马丁热切地称赞马可尼为新生的青年科技天才，并表示说，他对于马可尼成功跨越大西洋既惊讶又高兴。关于他的前朋友特斯拉，马丁指出，尽管特斯拉设想过

无线电报，但不幸的是，他未能完成其设想并成为跨越大西洋的第一人。马丁评论说："在大约八年前我出版的一本关于特斯拉工作的书里，有他的一篇演讲，他在演讲中对无线电报给予了相当的关注。他清楚表达了对这件事的信念，让我也跟着相信了。而现在，我只能感到遗憾。特斯拉先生，在这件事上思考和实验了那么多，这件事上的许多工作都是源于他的首创，然而他却未能完成这个精彩的壮举。"[8]

在接下来的几周里，怀疑论者质疑马可尼是否确实听到了组成"S"的摩尔斯码的三个点。正如对手无线发明家李·德弗雷斯特在日记中指出的："马可尼先生使出了一个妙招。不管他听到的三个点是来自英国，还是像特斯拉听到的消息那样是来自火星，如果我还有那么一点先见之明的话，我想我们在一段时间之内都不会再收听到跨大西洋消息。在这个行当中，就像在所有其他发明中一样，进步应当是缓慢的增长和进化，而非这种从一百英里到两千英里的巨大跳跃。"[9]

由于赫兹波应该是像光波一样沿直线传播，其他科学家不禁好奇，这个波怎么会沿着地球的曲度走而没有飞入太空呢？（我们现在把这一现象归因于无线电波被电离层中的肯涅利–亥维赛层反射这一事实，不过这个层直到 1924 年才被发现。）急于听到三个点的马可尼和坎普，有没有可能只是听到了大气的爆裂声却把它想象成了来自波尔杜的信号？并且请注意，这一事件并无独立目击证人。听到信号的唯有两人，马可尼和助手坎普；因此，大家不得不相信马可尼的话，即他听到了跨大西洋信号。[10]

但尽管存在这些怀疑，马丁仍然判定马可尼是一时的风云人物，他应当替马可尼"说话"以表明马可尼"不是个骗子"。为此，马丁在 1902 年 1 月 13 日美国电气工程师学会（AIEE）的年度晚宴上把这位年轻的意大利人安排为贵宾。马丁曾是 AIEE 的主席和多次活动的主持人，他很容易说服学会的领导给马可尼这个荣誉。然而，由于不是每个人都相信马可尼的声明，马丁发现很难让工程届人士都来出席晚宴，因此他不得不求助伊莱休·汤姆孙支持这一活动。汤姆孙认可马克尼的消息传开后，马丁才得以让华尔道夫–阿斯托利亚酒店阿斯特长廊的 300 个座位满座。[11]

为使晚宴成为一个真正难忘的晚上，马丁努力确保处处都能彰显马可尼的成就。菜单上特别印有马可尼两个灯塔的天线草图，在其中信号“S”以三个点的形式一路跨越大洋。宴会厅的每一头都悬挂有两块大的写字板，上面用电灯组成的字母拼写出“波尔杜”和“圣约翰”。在两个写字板之间的连接导线上，灯泡被三个一组地按一定间隔放置，这种设计代表了闪过大西洋的三个点，而这些灯泡在晚宴期间也会定期闪烁。[12]

虽然特斯拉就住在华尔道夫，但他实在是无法让自己参加向马可尼致敬的晚宴，因此那天晚上他选择了出城。主持人马丁说明了特斯拉的缺席，并宣读了他的一封信。在信中他祝贺了马可尼，但有意识地避免提及有一个消息被发送过了大西洋。

在读了几封祝贺信之后，马丁邀请马可尼向众人致辞。马可尼概述了到目前为止在其系统上所取得的成就——在英国已有 70 艘船配备了无线电，还有 20 个海岸站。他描述了在纽芬兰的实验，包括在寒冷的天气中让风筝飞行时遇到的问题。在谈到希望将来无线电报能比已有的海底电缆让消息收发更廉价之后，马可尼端起杯子向学会致酒作结。

马可尼讲话之后是汤姆孙和哥伦比亚大学教授迈克尔·普平的评论。两人都强调，尽管马可尼成就的证据还很有限，但由于认识和信任马可尼，他们相信马可尼的话。正如普平表示的：“在科学工作中，直到看到证据之前，我们是不相信任何东西的。我相信马可尼先生把有名的三个点传过了大西洋，但我必须要说明的是，我相信他是因为我认识他这个人。要是我不认识他这个人，我不会相信他，因为马可尼先生提供的证据从纯科学的视角看还不足够强大；但因为我认识他，我相信他的声明。”普平提供了对马可尼的工作在电磁波、物理、数学和工程方面的分析。在此过程中，他回击了特斯拉通过大地传输信号的想法：

> 我还听到有人说，“数年前我考虑过通过摇动大地的电荷来传输无线信号”。确实，我们任何一个人都能想到那样的方案，我们任何一个有发明经验的人都能在提笔之间想到那样的方案，因为任何人都知道电波

> 能传输无限远，那也就是在数学和物理上是可能的。但工程方面又如何呢？我对这个人说："给我一个你意图以之摇动大地电荷的设备的工程规格，我就相信你；在此之前一切免谈。"
>
> 而现在马可尼先生所做的正是：他写出了一个设置设备、摇动大地电荷并在收发站之间传输信号的规格。[13]

由于马丁的努力，AIEE 晚宴帮助马可尼在公众眼中树立了无线电报发明者的地位。不管怎样，马可尼知道他在纽芬兰的跨大西洋工作还不能算是充分的证据，于是他开始了第二个证明其系统的演示。1902 年 2 月，他搭乘客轮"费城号"从英国前往美国，船上配备了一台马可尼无线系统。在越洋航行期间，马可尼周期性地收听到来自波尔杜的摩尔斯码消息，并邀请船长和大副收听消息，还在一张海图上记录下收听到消息的时间和地点。这张在"费城号"上有目击证人的图比起在纽芬兰收到的信号，更好地证明了马可尼的系统可以横跨大西洋传输消息。[14]

用"世界电报"还击

报纸上满是马可尼的故事，特斯拉忍不住要在报上把这位对手讥笑一番。当《纽约太阳报》一位记者问他的系统与马可尼的系统是否有任何相似性时，特斯拉微笑着说："我完全尊重他人的权利，当我向全世界推出我的系统时，我会让整个技术专业圈指出我系统的哪一个特性……不是我自己的创造。对于那些卖现成鞋子的人，我钦佩他们的技巧和企图心，也衷心祝愿他们能与成功相随；但我自己不喜欢穿现成的鞋子。它们很便宜，但会造成鸡眼和拇囊炎。"[15]这样，特斯拉就抬高了对比的层次，他会让同行专家决定谁是新无线技术的原始创造者。同时，现成鞋子的隐喻也揭示了：特斯拉不仅有比马可尼更高的标准（在现实生活里他就坚持穿着定制的鞋子），他还暗示了马可尼卖便宜鞋子的做法会给用户造成问题（即鸡眼和拇囊炎）。

特斯拉虽然可以在媒体上取笑马可尼，但他也意识到需要给摩根一些解释。

1902 年 1 月初，特斯拉给摩根写了一封信，信是以评估马可尼在弗莱明帮助下开发的设备开始的：

> 我已经仔细检查了记录并发现，在马可尼–弗莱明集团所用的设备中，没有一点他们老的专利设备的影子……这些［新］配置中所有的基本元素……都是我 1896 年和 1897 年专利所广泛预测到的……他们应用了我的能极大放大所运送电流的谐振发射器、我在这个连接中的接地接收电路或“倍增器”、我在两侧的变压电路、我的“特斯拉线圈”及其现代类型“特斯拉变压器”、我的独立调谐电路系统以及无数小的改进。我们现在也做不了什么，但正如水各有其高低，人也终将得其应得。

面对马可尼，特斯拉选择的不是防守，而是乐观进取。他继续写道：

> 我不说你也知道，我已经在不令自己崩溃的范围内尽量努力工作了。为了精益求精和以可用资本获取最佳效果，我已审查和拒绝了数百个实验，并且我很高兴地说，通过这种稳扎稳打的进步，我已设法发明了一台机器，我能用之产生全球都能感知到的足够强度的电扰动。在有些地方扰动会很微弱，恐怕这还不适合实际应用。但我确信，当我的设备首次开机投入使用……并处在发送最大能量（一百万马力的功率）的情况下时，我定能做到向全世界致以问候。而对于这个大胜利，我将永远感激你！[16]

不过现在特斯拉向摩根介绍的，不只是发个信号那么简单，而是一个新的商业计划。马可尼可以选择报道帆船比赛和提供船–岸通信，但特斯拉认为这些应用无利可图，几乎不值得这位伟人支持。事实上，正如他后来向摩根解释的：“当我并非偶然地发现他人……正秘密采用［我的设备］时，我发现自己面临着完全没有预料到的情况……我不能像个杂货店那样慢慢发展业务。我不能也去报道帆船比赛和向轮船发信号。那里赚不到钱。那不是像你这么有地位有影响力的人该做的事。”[17]

相反，特斯拉向摩根提议了一个“世界电报系统”的计划，在其中一众发射站会接收新闻并经由各接收器广播给客户。正如他向摩根鼓吹的：

> 支撑这一系统的基本思想是，利用几个电力站，最好是在大城市中心附近，并且每个电力站都能把消息传输到全球最偏远的地区。这些站会被导线、电缆和任何其他方式与附近的城市中心相连，而它们一接收到新闻，就把它们撒播在大地中，经由大地即时传播。整个地球可以说就像一个大脑，而这个系统的容量是无限的，因为每几平方英尺的大地上接收的能量就足够操作一台设备，能以这种方式驱动的设备数量，实际上是无限的。摩根先生，你可以看到这个想法的革命性、其促进文明的潜力，以及其中巨大的财富制造能力。[18]

虽然特斯拉一定没可能考虑过计算机、软件和分组交换这些万维网的必要组件，但其把所有新闻收集和传播到世界各地的基本思想，却预示了在 20 世纪 90 年代成为万维网基础的那些信念。媒介研究者诺亚・沃德瑞普-弗鲁恩（Noah Wardrip-Fruin）和尼克・蒙特福特（Nick Montfort）指出：“万维网（W3）被发展成为人类的一个知识池，这使得远程站点的合作者们得以分享各自的想法以及共同项目的各个方面。”[19]

特斯拉相信他和摩根能通过制造接收器来赚钱，他也设想了几个版本。例如，接收器可以是一个打印机，可以为客户在家里生成一张报纸。这样做的话，他的世界电报系统将“不仅能把电缆去掉，还能把报纸也去掉，因为当每个人都有一台能自己打印出新闻的廉价的机器时，像现在的记者还能［继续］存在吗？”同时，特斯拉还在开发一个带扩音器的接收器，那将使他能“对着一个电话机”讲摩根的“名字，而我的声音和语调也会在任何地方被大声重现。我现在可以告诉你，我已经想了很久，要把这当成让我能还清欠你债务的方式”。[20]

不过当时特斯拉对接收器最具想象力的想法是，把一个手持设备与短杆上甚或女士阳伞上的垂直导线相连接，使得它能在世界任何一处接收到语音信息（图 15.1）。正如特斯拉 1904 年承诺的：“一个不贵的接收器，大小不比一只手表大，


TESLA'S TOWER

Amazing Scheme of the Great Inventor to Draw Millions of Volts of Electricity Through the Air From Niagara Falls and Then Feed It Out to Cities, Factories and Private Houses from the Tops of the Towers WITHOUT WIRES.

(Photo from the Electrical World and Engineer.)

Tesla's Wireless Transmitting Tower, 185 feet high, at Wardenclyffe, N. Y., from which the city of New York will be fed with electricity and by means of which the camperout, the yachtsman and Summer resort visitor will be able to communicate instantly with friends at home.

图 15.1 “特斯拉的无线传输塔，高 185 英尺［56 米］，位于纽约州沃登克里弗。纽约城能从之获得电力，外出露营者、帆船爱好者和避暑胜地的游客能经之与家中的朋友即时通信。”

图片来源 “Tesla's Tower,” *New York American*, 22 May 1904 in TC 17:11.

将会让他在任何地方，不管是在陆上还是在海上，都能听到在其他某处发生的讲话或播放的音乐，不管距离有多么远。”[21]在 20 世纪最初的几年里，我们看到，特斯拉便承诺了提供无论何时何地的信息即时访问，并憧憬到了一个非常像晶体管收音机或手机的设备。

对每个人都会用到的接收器的这种梦想，体现出特斯拉是 20 世纪消费文化的早期预告者。工程师和发明家完善了商品的大规模生产方法，而精明的管理者则意识到激起对大量生产出的商品的需求才是挑战所在。换句话说，如果实业家想要利用大批量生产带来的规模经济优势，那么他们必须要创造出数百万消费者渴望使用的产品。在这个新的消费文化中，大规模生产出的产品的一个典型例子是

T 型车。正如亨利・福特解释的，T 型车被意图打造成“大众的汽车……举家出游不嫌小，个人驾驶不嫌大，维护保养又方便……价格如此低廉，有一份好薪水的人都能买一辆”。[22]就像福特设想每个人都会拥有一辆 T 型车，特斯拉也相信每个人都将很快拥有一个他的无线接收器。

从 21 世纪的角度看，大规模生产将催生消费文化，以及全球经济的很大一部分将有赖于手机、iPod 和笔记本电脑之类产品的大量消费，这些似乎都是显而易见的。然而这场消费革命在 20 世纪最初的几年里远非显而易见，事实上，对于工业和生产文化的领导者来说，消费文化显得很另类。例如，爱迪生相信把发明和机器卖给公司而不是个人消费者才能赚钱，所以他在 1900 年之后就很难理解电影行业的重心是如何从对摄影机和放映机的改良转移到对新类型电影的开发上。[23]同样，摩根也很难理解特斯拉销售数百万接收器的设想。摩根是通过发展铁路和钢铁工业（生产文化的核心）赚钱的。就像他永远无法理解汽车工业的崛起（因此也从未进行投资），他也极有可能无法领会特斯拉世界电报的愿景。特斯拉的不幸在于，他试图用消费文化的论点去说服浸淫在生产文化中的人。

世界电报的想法让特斯拉深感兴奋，但他也没有忽略电力广播的愿景，因为“可观数量的能量的传输，使得无数机械能在世界各处良好运作”，这将对人类的进步产生巨大的影响。沃登克里弗实验站可以证明电力广播的潜力，然而大规模传输需要有一个更大的站，最好是在廉价电力来源如尼亚加拉瀑布的附近。特斯拉当然需要更多钱，但他再一次相信能很快完成工作。正如他向摩根解释的：“要做到这一点，需要有一个五千马力的站。这么多电力可以在尼亚加拉得到……初期工作、计划、估算、选项等，所有这些书面工作，其花费不会超出两万五千美元。到我现在实验站的工作完成和做完令你满意的演示时，所有这些准备工作也会完成，而如果你同意的话，在下一个冬季之前，大的实验站就能投入运行。”特斯拉强烈地感觉到，对无线电力传输的证明是对马可尼大肆擅用其技术的最好回应；正如他在几个月后给摩根信中所说的：“我实现全面自我保护的唯一方法是开发出强有力的设备，以便我能在全球范围内有效地控制电振动。”[24]

为防止摩根犹豫不决要不要支持世界电报或在尼亚加拉的新电力传输站，特

斯拉以自我夸耀结束了 1902 年 1 月的信。他提醒这位金融家是在与一位带来技术革命的天才打交道："摩根先生，现在支持我的不是一位所有时代最伟大的金融家吗？我会因为缺少这笔钱而与伟大的胜利和巨大的财富失之交臂吗!!我的成就难道不会为国家增光添彩吗［？］她的伟大与显赫中难道没有我的贡献，而我的发明难道没有对她的工业产生革命性的影响吗［？］摩根先生，这些都不是我空口说的，而是有真实的凭证。"[25]

特斯拉的商业建议送到摩根的桌子上时，正赶上他开始了另一段异常忙碌的时期；正如亨利・亚当斯（Henry Adams）1902 年 4 月注意到的："皮尔庞特・摩根……承受的负担会让最强壮的神经打结。"在 1902 年的最初几个月里，摩根在组织国际商用船队，把五个跨大西洋轮船公司汇聚起来组成有 120 条船的船队；摩根希望能够建立跨大西洋航运的合理秩序，就像他为铁路所做的那样。轮船业之后，摩根又涉足了农业机械。1902 年夏，他和合作伙伴通过合并麦考密克收割机公司和四个其他公司而组建了国际收割机公司。此外，摩根发现他新组建的美国钢铁公司资金不足，这一年的多数时间他都在忙着为之筹措资金。[26]

然而 1902 年最让摩根头痛的事，来自华盛顿。前一年夏天，摩根击退了对北太平洋铁路公司的恶意收购，并且他为了防止未来的侵袭而组建了北方证券公司。作为一家控股公司，北方证券汇集了北太平洋、大北方铁路以及芝加哥–伯灵顿–昆西公司，因此这些主要干线可以协调运作。由于现在北方证券控制了从明尼苏达州到华盛顿州的几乎所有铁路交通，所以它的成立引发了强烈的公众抗议。作为回应，西奥多・罗斯福总统决定起诉北方证券，以表明他不怕挑战大企业。

由于这些项目占用了摩根大部分的精力，因此他似乎并没有对特斯拉表现出特别的关注。事实上，这位伟人曾邀请特斯拉出席一个向德皇威廉二世的弟弟亨利亲王致敬的奢侈午宴。[27]与此同时，特斯拉独自奋力前进。1902 年 2 月，他又雇佣回洛温斯坦，让他在沃登克里弗帮忙。为加强专利组合，特斯拉让律师帕克・佩奇大力处理事关特斯拉调谐专利申请的、与雷金纳德・费森登之间的专利滋扰案，而特斯拉也在这个夏天提供了证词以支持其诉讼请求。[28]他也开始计划一个在沃登克里弗的工厂，因为"现在必须要为接收设备的大量制造做好准备了"。[29]

在 1902 年 4 月年度欧洲之旅动身前，摩根会见了特斯拉，并告诉这位魔法师说，他本人不想参与在尼亚加拉建一个新传输站或者建一个制造接收器的新工厂。然而，尽管摩根不想投自己的钱，但他表明他愿意帮助特斯拉通过重组尼古拉·特斯拉公司并发行新证券来募集资金。[30]

为了响应这个他“喜欢的答复”，特斯拉 1902 年夏天都在忙两个任务。首先，由于摩根不会支持在尼亚加拉建新站，特斯拉决定看看在极限情况下他现有的系统最多能产生多少电力。为完成这一任务，特斯拉和秘书舍夫在这个夏天搬到了沃登克里弗。他报告摩根说：“我的努力在很大程度上将得到回报，因为当把我机器的每一部分都拉至最大极限时，我应当能得到我认为的几乎是最大可能的表现——一千万马力的能量输出，比整个尼亚加拉瀑布发电的两倍还多。”[31]

特斯拉很满意沃登克里弗系统在极限条件下的潜在效果（从而能把马可尼比下去），接着就开始确定新的潜在投资者。特斯拉利用他在纽约上层社会的关系，召集了一群“都是有身份”的赞助者。特斯拉知道摩根希望能把他的参与继续保密，因此小心避免向这群人提及这位伟人。[32]

1902 年 9 月下旬，特斯拉和摩根合计制定了一个通过创建新公司募集资本的计划。摩根在这里是真的在帮助特斯拉，因为投资银行家的本业就是组建公司和发行证券。特斯拉新公司的总资本是 1000 万美元，将发行 500 万美元债券、250 万美元优先股以及 250 万美元普通股。为获取建立制造特斯拉所发明产品（可能是指接收器）的新工厂所需的运营资本，50%的债券和股票将开放出售给外部投资者。另外 40%的债券和股票会给特斯拉和他在尼古拉·特斯拉公司的旧同事，因为该公司“已为完善发明产生过巨额费用”。对于自己的部分，特斯拉打算卖掉一些债券以偿还预借摩根的 150 000 美元，但他还有意将自己收益的四分之一给一位同事（很可能是洛温斯坦），“因为我相信他的能力和正直，也因为他将与我齐心协力，一道在这次事关我们荣誉的事业中去赢取最大可能的成功”。剩下的 10%新债券和股票没有公开发行，但摩根认为他因特斯拉转让给他的专利而应得这些剩下证券的三分之一。就像在其他股票发行上所做的一样，J. P. 摩根公司这次可能也是通过从卖给外部投资者的债券和股票所得中提成来赚钱的。[33]

有了这个计划在手，特斯拉继续努力从纽约社会精英那里获取资金。特斯拉以每股175美元的价格试图向几位知名的女性兜售自己的股票，其中包括玛丽·梅普斯·道奇、E. F. 温格洛夫人（E. F. Winslow）以及玩具商店巨头F. A. O. 施瓦茨的妻子卡罗琳·克劳森·施瓦茨（Caroline Clausen Schwarz）。但不幸的是，特斯拉在这些精英当中找不到很多购买者，他们大多数人认为投资特斯拉的企业是一个冒险的提议。特斯拉愤怒地说："我厌倦了跟这些懦弱的人讲话，我要他们投资五千美元他们都害怕，要他们投资五万美元他们肚子都吓痛了。"[34]

特斯拉无法吸引到投资者，但已决定要在沃登克里弗继续干下去。他通过出售个人财产筹集了33 000美元，从沃登克里弗邻镇杰斐逊港的一个银行借了另外10 000美元。他还零星地从舍夫那里累计借了数千美元。不管怎样，特斯拉的欠债越积越多——他欠威斯汀豪斯30 000美元的设备款，他从电话公司拉了一条专线到实验室也还没有付款，而詹姆斯·沃登也在起诉他不缴纳物业税。特斯拉担心他陷入财务困境的消息会吓跑潜在投资者，于是告诉舍夫要远离记者。[35]

特斯拉一方面希望能通过销售虚幻的股票来筹集资金，另一方面也指责了摩根带来的问题。特斯拉觉得摩根的各种商业冒险总的来说造成了华尔街的动荡和通货膨胀。1902年秋，在全国煤矿罢工的情况下，股票市场动荡不安，这促使摩根联合其他银行家创建了一个5000万美元的基金，以便在紧急情况下对市场提供支持。1903年4月，圣保罗的联邦上诉法院裁定摩根的北方证券公司是非法组合，这一公告几乎在纽约证券交易所造成了恐慌。在这场华尔街危机之后的一周，特斯拉写信抱怨说："摩根先生，你在商业界掀起了巨浪，也波及到了我的小船。价格因而被普遍抬高到先前的两倍甚至可能是三倍，而后来又跌得很惨，这主要都是你所激发的活动的结果。"[36]

但不管怎样，特斯拉还是希望这位伟人能拉他一把。他在1903年7月初向摩根承认说："我陷入了可怕的财务困境。但是如果我能完成这项工作，我就能很容易地证明经由我的无线系统，能把任意数量的电力在任何期望的距离上高效经济地传输。在我长岛的振荡器发送的300马力的电量当中，275或者可能还要多一点的马力能在远至澳大利亚的距离上恢复出来。"特斯拉知道通过大地从纽约向澳

大利亚传输电力听起来不可思议，于是他向摩根保证，这是一场值得下赌注的赌博，因为这项突破将改变世界，而特斯拉拥有这个发明的完全控制权："如果我以前这样告诉你，你会把我赶出你的办公室。而现在，摩根先生，你看到了我在为什么而工作。这是一场伟大的工业革命。就像我一直跟你保证的一样，这是一件值得你关注的事。这件事是绝对的、毋庸置疑的。我的专利能保证我的垄断地位。你会帮助我，还是眼看着我几乎就要完成的伟业夭折？"[37]

尽管摩根正忙着重组国际商船托拉斯（它也已陷入政治和财务困境），但他还是同意会见特斯拉。然而，在这次会见之后，摩根决定不再支持特斯拉。1903 年 7 月 17 日，他给特斯拉写了一个简短的便条："我已收到了你本月 16 日的信，而作为答复，我想说，我在目前不打算再做任何进一步的处置。"[38]

愤怒的特斯拉通过打开沃登克里弗的电力放出闪电来表达他的失望。正如《纽约太阳报》报道的，特斯拉的邻居目睹了"从高塔上放出的……各种各样的闪电……一时之间空中充满着炫目的电条纹，鬼使神差地射入黑暗当中"。当被问及对这些闪光的解释时，特斯拉回答说："的确，其中有些与无线电报有关。"如果当地人"醒着而不是睡着了，在其他时候一定看到过更为奇怪的东西。总有一天，但不是现在，我一定会宣布一个过去从未想到过的东西"。[39]

无线投机泡沫

那么为什么摩根在 1903 年决定停止支持特斯拉呢？如果摩根再多给这位魔法师大概 100 000 美元（也就是一幅早期大师的油画的价格），特斯拉就能完成对其想法的测试，而他转让给摩根的专利也可能会变得非常有价值。[40]摩根也可以把这些专利出售或许可给能把这项技术商业化的人而获利。

摩根拒绝继续支持特斯拉的原因其实并不复杂。他已经在这个项目中砸入了 150 000 美元，并且特斯拉在 1900 年末承诺说是在六至八个月内就能完成跨大西洋传输而在一年以后完成跨太平洋传输。现在两年半的时间过去了，马可尼已完成跨大西洋传输，而特斯拉还没有提供关于其系统的任何证明。摩根很容易得出结论，不值得再在特斯拉身上冒险。

对摩根决定不再支持特斯拉的常见解释是，摩根担心特斯拉没打算从无线电力中赚钱而是想把电力白白送出。可能这个故事最丰富多彩的版本是来自一个进行超心理学研究的发明家和医师安德瑞克・普哈瑞克（Andrija Puharich）："现在，我总是得到这种二手资料；你在书报中找不到，但尼古拉・特斯拉正式传记的作者杰克・奥尼尔告诉了我这个信息。他说，伯纳德・巴鲁克（Bernard Baruch）告诉 J. P. 摩根：'看，这个家伙是疯了。他现在做的是，他想给所有人免费电力，而我们也不能从中收费。支持这个家伙，我们就只能破产。'就这样突然一夜之间，特斯拉所获得的支持被斩断了，他的工作也永远无法完成。"[41]然而正如我们所见，特斯拉在给摩根的信里强调了他将如何把沃登克里弗站用于通信，以及他意图通过制造和销售接收器来赚钱。尽管特斯拉对电力传输的前景感到兴奋，但他的信揭示出他知道把那个想法兜售给摩根会更难。

相反，对于摩根收回支持的更为现实的解释来自特斯拉自己。在 1916 年为其无线工作作证时，特斯拉回忆说，他曾"激起了一位伟人的兴趣"，并且他也已开始"为一项非常伟大的事业"做准备。然而在最后一刻，这位赞助人退出了，他担心无线行业已进入了一个"证券赌博的阶段"或者说投机阶段。因此，这位伟人告诉特斯拉他"不想再冒险参与了"。正如我们所见，特斯拉称摩根为伟人，是为了隐瞒摩根的参与。[42]

事实上，在 20 世纪的头十年确有一个围绕无线的投机泡沫。随着对马可尼演示的让人感到大有前途的报道在 1900 年和 1901 年传播开来，声名狼藉的发起人，如 G. P. 格林（G. P. Gehring）和兰斯洛特・E. 派克（Lancelot E. Pike），就从兜售可疑的矿业股票转向了出卖新无线公司的股票。格林在 19 世纪 80 年代购买了阿莫斯・多贝尔（Amos Dolbear）的电话专利权以创建美国无线电报和电话公司，而派克则承诺通过购买美国无线众多子公司之一的股票就能赚快钱。为使其计划具有可信度，派克在曼哈顿美国钢铁公司总部所在的同一栋建筑里租了一间精心装饰的办公室，并且任何有疑问的投资者还可以在那里看到运作中的多贝尔设备。尽管派克许诺在纽约和费城之间建立无线服务，但他根本没打算这样做，而是带着投资者的钱潜逃了。[43]

派克之类的恶行只是无线狂热中的首轮诈骗，而更令特斯拉担忧的一定是围绕李·德弗雷斯特的发明而建立的公司。德弗雷斯特是阿拉巴马州一位公理会牧师的儿子，长大后决心要改变其下层背景。遵循家族传统，他进入了耶鲁大学。在那里学习物理时，德弗雷斯特读过特斯拉的传记，并梦想成为特斯拉的助手。在一位同学欧内斯特·K. 亚当斯（爱德华·迪安·亚当斯的儿子）的帮助下，德弗雷斯特在 1896 年得到了特斯拉的面试机会，但特斯拉拒绝了他。不屈不挠的德弗雷斯特于 1899 年获得了博士学位（他的论文题目是《短赫兹波在平行导线末端的反射》），并再次申请特斯拉实验室的工作。[44]

再次被特斯拉拒绝之后，德弗雷斯特在芝加哥的西部电气做了初级电话工程师，并开始了实验。由于马可尼检波器的填充物需要不断通过轻敲来重置，德弗雷斯特想做出一个可自动重置的检波器。在芝加哥两位同事的帮助下，德弗雷斯特于 1901 年发明了一个电解响应器，并在美洲杯帆船赛期间去纽约展示其新发明，以寻找财务支持者。

在被几个投资者拒绝之后，德弗雷斯特于 1902 年 1 月遇到了亚伯拉罕·S. 怀特（Abraham S. White），一位在房地产和防火化学品上发了财的出资人。怀特显然是一个大骗子，一位记者这样描述他："怀特长着火红的头发和胡子，眼睛的颜色是中国蓝。他脚着黑漆皮鞋，头戴一顶丝绸帽子，身带插在纽扣上的一枝花、一根漂亮的金表链、一个梨形珍珠领带针以及一枚不太大的钻戒。他自己抽的（也随便分给人的）螺旋形雪茄烟，分分钟值一厚卷百元金券，而他从证券交易中赚这些钱，轻松冷漠地就如同演员在处理戏里的钱。"[45]

怀特迅速看到了德弗雷斯特响应器的潜力，并立即组建了美国德弗雷斯特无线电报公司。公司总资本为 300 万美元，怀特担任总裁而德弗雷斯特担任副总裁和科技总监。为展示德弗雷斯特的发明，怀特在下曼哈顿州街 17 号一栋建筑的屋顶建造了一间带玻璃墙的阁楼实验室，那里离华尔街只有几个街区。跨过纽约港，怀特还在斯塔顿岛的卡斯尔顿酒店建了另一个实验站。当着潜在投资者的面，德弗雷斯特在州街与斯塔顿岛之间发送和接收消息，之后怀特就会带参观者去用午餐。怀特一边款待参观者，一边滔滔不绝地为参观者描画出一幅愿景：

> 沿海边，整个东海岸和墨西哥湾，在大陆，从阿拉斯加白雪皑皑的山峰到巴拿马，都布满了无线通信站。每一条靠近美国海岸的船只都要向德弗雷斯特公司上贡，因为通信站会为它们提供电话和电报服务。无线通信将跨越大西洋和太平洋并取代电缆。
>
> 子公司将会在加拿大、英国、欧洲、非洲、东方、澳大利亚和南美洲成立。可以预期在合理的时间内会有五十个这样的子公司成立，它们都要向美国母公司支付专利使用费。投资者们一般会购买数百万美元的股票……
>
> 话题暖身之后，怀特会拿出一支铅笔……计算德弗雷斯特公司一年能赚多少钱。假设一年只有五十条船配备了德弗雷斯特的设备，每条船收五千美元，总数就是二十五万美元。从其他地方向这些船收发消息，又是二十五万美元；跨大西洋和跨太平洋消息一起，再有四百万美元。那么考虑到“在各大洋中的一万个岛屿”——无信通信是它们难得的福音！再算多五十万美元好了。总数是五百万美元——那还是“保守来说”。[46]

投资者迷醉于这种前景，开始抢购德弗雷斯特的股票，而怀特则继而组建了一家又一家子公司，并一次又一次地重组母公司，期间总是首先邀请当前股东购买这些新发行的股票从而扩大他们的持股数量。[47]怀特让德弗雷斯特设立实验室并把这些现金收入的一部分花在实验上。有了这种支持，德弗雷斯特才能做到在1903年向美国陆军和海军展示其设备并从其各自下属部门获取合同。[48]

然而，怀特把大部分收入预留给后续的推广活动，包括1903年2月的“无线汽车”推广。四台配备有德弗雷斯特发射器的这种车辆在华尔街巡游，定期停下来向路边的经纪人收集股票价格，然后传送到经纪公司以及《华尔街日报》的办公室（图15.2）。[49]

摩根从其办公室的窗户一眼撇下来，不可能看不到德弗雷斯特无线汽车所造成的这一幕。同样，他的员工也无疑会让他知道在投资者当中来来去去的各种投机热潮。对摩根来说，这些热潮是烦人的，它们向公众和政府揭示了华尔街风险

的一面。这种热潮之所以成为问题，不只是因为像派克和怀特这样的发起人募集了超过所需的资本但又没有投资于发展公司的业务，还因为当溢价购买的股票在市场上不可避免地下跌时，持股者要冒着失去一切的危险。在罗斯福政府打击摩根的北方证券公司以及尚不稳固的国际商船公司收到一片抱怨声的情况下，1903年 7 月的摩根很难有心情再进一步参与特斯拉的无线冒险。摩根根本不能承受与新兴无线行业的这些可疑活动有关的风险。鉴于怀特在德弗雷斯特无线公司的所作所为，我们不应惊讶于摩根不想“冒险”参与特斯拉的事。



图 15.2　1903 年运作于纽约金融区的德弗雷斯特无线汽车

图片来源：“A Perambulating Wireless Telegraph Plant,” *Electrical World and Engineer*, 28 Feb. 1903, p. 374.

那么摩根撤回对特斯拉的支持，不一定是因为他不相信特斯拉，而是因为他厌烦了无线行业的投机。如此说来，在特斯拉无线工作的关键时刻发生在他身上的事，其实是他被该行业其他企业家的可疑行为连累了。可以肯定的是，特斯拉在沃登克里弗的工作当中可能存在技术问题（稍后讨论），但他从未有机会完全解决这些问题，因为像派克和怀特这些奸诈之徒的行为已断绝了他所需的资本。

争取资金

尽管摩根不愿意再把自己的钱投到特斯拉的企业中，但他不反对其他人在沃登克里弗投资，只要他们能投入新资金而他能在新公司发行的股票中得到他认为合理的部分。[50]因此，特斯拉用了接下来的两年时间来培育其他投资者，并寻找募集资金的新方法以完成沃登克里弗的工作。

在争取资金方面，特斯拉处于一个困难的境地，因为现在主流的公共意见是反对他的。在过去的15年里，特斯拉在大众媒体中被视为伟大的电魔法师。职业工程师和科学家经常声讨他在小报中的声明并批评他的想法，但他们的观点似乎并没有影响特斯拉的声望。而现在，媒体和科学界都一致反对他。正如后来加入通用电气的一位工程师劳伦斯·霍金斯在1903年所写的：“十年前，如果在这个国家做一个民意调查，问谁是最有前途的电气技师，答案无疑会是‘尼古拉·特斯拉’。而如今，他的名字至多只会引起人们感叹：可惜如此大好前途竟未能实现。十年间，科学媒体的态度从欣赏期望转到善意的玩笑，并最终转到怜悯沉默。”霍金斯继而挑战特斯拉发明了交流电动机的声称，列出了每一个特斯拉在19世纪90年代所做的而又未完成的预言，并对他1901年在《世纪杂志》上的文章提出了激烈的批评。在霍金斯看来，特斯拉的衰落最终是由他的宣传弊病造成的：“即使是他早期工作……的辉煌，即使是其强势朋友的不懈努力——在商业利益驱使下放大和抬升其专利发明的价值，也不能保证他作为一个科学家所苦苦挣得的声誉免遭败坏。他自己过度的自夸已经把他定了罪。”面对这样的负面宣传，特斯拉知道他不得不采取强烈的措施来恢复自己的信誉。特斯拉向摩根承认说：“我的敌人已经成功地把我树立成诗人和梦想家，因此及时推出某些商业化的东西对我来

说是绝对必要的。”[51]

特斯拉的第一个举措是试图通过开发其他发明来募集资金。1903 年夏，他组建了特斯拉电气制造公司，以生产科学实验室用的和为 X 射线管供电的小型特斯拉线圈。公司资本预计为 500 万美元，但特斯拉发现很难吸引到投资者，因此这个企业也就被搁置了。特斯拉仍旧希望能从这项发明中赚钱，他在 1905 年试图与布鲁克林的电气仪器制造商皮尔斯公司合作生产低于 50 美元的线圈。这个计划失败后，特斯拉又设计了一个小的“臭氧管”，一个采用臭氧杀菌的可用于清洁房间的便携式臭氧发生器。此外，他还开始研制一种新型的汽轮机（参见第十六章）。[52]

由于用这些发明来产生现金流尚需时日，而特斯拉认为他的名声在其祖国还管用，他就试图通过从塞尔维亚的一间银行借贷来寻求短期融资。然而，特斯拉的专利诉讼牵涉到美国“雄狮资本家”的消息让塞尔维亚银行家们却步了，他们拒绝了他的请求。他的舅舅佩塔尔·曼迪克在把这个坏消息告知特斯拉时写道：“亲爱的尼古拉！不要气馁；感谢上帝，你还年轻；你不用向任何人低头，也不用感到丢脸。”[53]

特斯拉对塞尔维亚的银行家不再抱希望，他再次找到了曾借给他钱开发无线照明的约翰·雅各布·阿斯特。然而，阿斯特仍然恼怒于特斯拉把他借的钱没有花在照明上而是花在了科罗拉多斯普林斯的研究上，他在 1903 年 10 月表示拒绝并回信说：“祝你能有多好运就有多好运，但我不想参与你的公司。”[54]

特斯拉接下来想发展与金融家托马斯·福琼·瑞恩（Thomas Fortune Ryan）的关系，瑞恩被视为华尔街“最干练、温和和安静的人”。瑞恩出生于弗吉尼亚乡下，曾投资于纽约的快速交通公司和弗吉尼亚的烟草公司。1898 年，瑞恩把他的烟草生意与詹姆斯·B. 杜克（James B. Duke）的美国烟草合并而组建了烟草托拉斯。特斯拉请瑞恩在沃登克里弗投资 100 000 美元，希望这个数量“足够帮助达成第一个商业结果”，并将“为其他更大成功铺平道路”。瑞恩尽管感兴趣，但最终选择不投资。特斯拉 1903 年 11 月向舍夫表示说：“今天太多失望了！我想知道这还将持续多久。”[55]

但特斯拉没有被瑞恩的拒绝吓倒，他循着从尼亚加拉无线传输电力的想法，

找到了老的生意伙伴威廉·伯奇·兰金。兰金曾与亚当斯一道在瀑布的美国一侧建立了尼亚加拉电力站，不过他在 1892 年又成立了另一家公司加拿大尼亚加拉电力以开发利用加拿大马蹄瀑布。在与加拿大政府多年争论之后，兰金终于在 1901 年为一个 20 000 马力的水力发电站破土动工，这个电站于 1905 年初开始提供电力。然而当地市场消化不了这么多额外的电力，兰金和特斯拉开始讨论建立最多传输 10 000 马力电力的无线站以帮助加拿大尼亚加拉电力公司把电力送达新客户的可能性。特斯拉认为这个新站将会“为整个世界带来巨大便利”，因为其电力可用于运行时钟和证券报价机，而每种设备仅需消耗十分之一马力的电量。特斯拉估计一个商业规模的站将耗资 200 万美元，他请摩根投资 50 万美元。不过，我们不清楚特斯拉和兰金当时打算如何为该站获取剩下的资金。[56]

在这种寻求资金的绝望当中，特斯拉受到了朋友里士满·霍布森来访的鼓舞。霍布森已从海军辞职并打算竞选国会议员，他 1903 年的大部分时间都在全国巡回演讲。霍布森意识到可信的候选人必须是已婚男人，于是开始向纽约塔克西多帕克的格丽泽尔达·赫尔（Grizelda Hull）求爱。霍布森向赫尔小姐求爱的过程充满风雨：一方面她把霍布森当作一个伟大的战争英雄来崇拜，不过另一方面，她认为他是一个不真诚的社交蝴蝶。[57]在 1903 年一次圣诞访问中见过赫尔小姐之后，霍布森的感情有些挣扎，因此他就去拜访老朋友；正如他告诉赫尔小姐的：

> 我去看亲爱的特斯拉时，暮色已伴着乡愁降临。他跟从前一样吻了我的脸颊，当我昨晚一点钟离开他时，我感觉已经准备好迎接新的一年以及未来的年头。当有一次我提及他正与之抗争的大而困难的阻碍时，他说：“霍布森，我希望它们能再大一千倍，我只怕这个世界上没有我需要和渴望遇到的那么大的阻碍。”
>
> 这简直让我感到自惭。你再也不会听我提到“阻碍”二字，除非是在认为无法克服和对之表示蔑视时。
>
> 现在再见了，格丽泽尔达（你会不让我叫你格丽泽尔达吗？），我要离岸起航了。地平线处满是雾气，我看不到远方的陆地。但我的灵魂已更为坚强……我和你，也和特斯拉，一直在一起。[58]

特斯拉也因霍布森的来访而变得更为坚强（图 15.3）。1904 年初，特斯拉精心制作了一个开业说明书，宣布说："我会作为咨询电气技师和工程师提供与我发明的商业引入有关的全方位的专业服务。"特斯拉向摩根鼓吹说，做一个咨询工程师，能很容易一年赚 50 000 美元。开业说明书包含了特斯拉专利的列表、其演讲和文章的摘述，以及一张沃登克里弗的照片（图 15.4）。开业说明书印在牛皮纸上，装在以带有"N.T."缩写的大的红色蜡封密封的信封里，《电气世界》视之为"一份只有创新天才才能发出的宣言"。特斯拉对舍夫承认，"把这个做出来实在是不容易"，但他希望能以之吸引新投资者。特斯拉让罗伯特和凯瑟琳·约翰逊给他"一份像约翰逊夫妇这样有名和有影响力而又渴望进入上层社会的人员名单"，以便他能把开业说明书发给他们。尽管这份宣言十分辉煌，但特斯拉想必已经沮丧许久，因为他在给约翰逊的便条中署名为"破产的尼古拉"。[59]

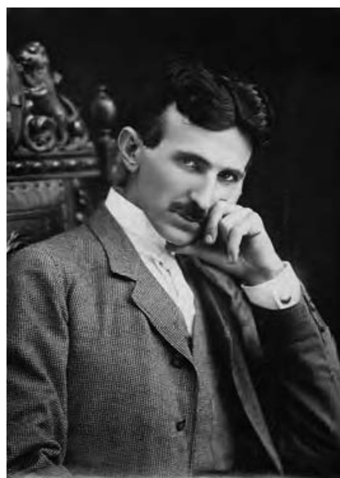


图 15.3　1904 年的特斯拉
图片来源：
http://www.teslauniverse.com/.

但特斯拉仍然奋力前行。为了支持开业说明书，他做了几个报纸采访并发表了一份对科罗拉多斯普林斯工作的描述。让伟人非常懊恼的是，特斯拉在这个故事里公开承认是摩根在支持他。他还宣布了与加拿大尼亚加拉电力公司一道做出的分送电力的计划。特斯拉一直热衷于无线电力和消息的潜力，他在结束时宣告说："当第一个站开始启用，并展示出电报消息能如同思想一样被私密和无干扰地传输到任意距离，人类语音包括语调和变化能在地球的任何他处被忠实地瞬间重现，瀑布的能量能被用于在任何地方——海上、陆上或高空——提供照明、加热和动力，那时人类就会像一个被棍子搅动的蚁群：看啊，多么令人兴奋之物！"[60]



NIHIL IN SAECULO QUOD NON FUERIT IN CAPITE

Electrical oscillator activity ten million Horsepower

Power transmission without wires

New York, January 1, 1904

I wish to announce that in connection wtth the commercial introduction of my inventions I shall render professional services in the general capacity of consulting electrician and engineer.

The near future, I expect with confidence, will be a witness of revolutionary departures in the production, transformation and transmission of energy, transportation, lighting, manufacture of chemical compounds, telegraphy, telephony and other arts and industries.

In my opinion, these advances are certain to follow from the universal adoption of high-potential and high-frequency currents and novel regenerative processes of refrigeration to very low temperatures.

Much of the old apparatus will have to be improved, and much of the new developed, and I believe that while furthering my own inventions, I shall be more helpful in this evolution by placing at the disposal of others the knowledge and experience I have gained.

Special attention will be given by me to the solution of problems requiring both expert information and inventive resource—work coming within the sphere of my constant training and predilection.

I shall undertake the experimental investigation and perfection of ideas, methods and appliances, the devising of useful expedients and, in particular, the design and construction of machinery for the attainment of desired results.

Any task submitted to and accepted by me, will be carried out thoroughly and conscientiously.

Laboratory, Long Island, N. Y.
Residence, Waldorf, New York City.

Nikola Tesla

Burning atmospheric nitrogen by high frequency discharge twelve million volts

图 15.4　特斯拉开业说明书首页，1904 年 2 月

图片来源：“A Striking Tesla Manifesto,” *Electrical World* 43:256 (6 Feb. 1904) in TC 16:159.

然而，这些宣告没有激起投资者的兴趣。1904 年春，特斯拉会见了通用电气的总裁查尔斯・A. 科芬及其同事，并评论说："如果他们拒绝，那是因为他们在打盹。"几周后，特斯拉游说了约翰・桑福德・巴恩斯（John Sanford Barnes），另一位华尔街金融家及圣保罗和太平洋铁路的总裁。巴恩斯毕业于安纳波利斯的海军学院，曾作为一名海军军官在内战期间服役，并写过一本鱼雷和潜艇战的书。[61] 鉴于巴恩斯对海军技术的兴趣，特斯拉可能是在研制无线控制船时见过这位潜在投资者的。为吸引巴恩斯，特斯拉让专利律师帕克・佩奇准备了一份对其无线专利的法律分析，其中强调了其专利提供了对无线技术的广泛控制，并且最少价值 500 万美元。尽管有这份专利分析，巴恩斯还是拒绝了投资沃登克里弗的机会。特斯拉愤怒地跟舍夫说："我发誓，如果这次我能走出难关，以后要是有人不带钱就来找我，免谈！"[62]

1905 年下来，特斯拉继续为沃登克里弗寻找主要投资者，包括曾在 1901 年参与侵袭摩根北太平洋公司的银行家雅各布・希夫（Jacob Schiff）。[63]可以肯定的是，特斯拉接触的这些人在财务上都有办法支持他，但他们为什么要拒绝他呢？

是特斯拉与摩根原始交易的结构把自己变得危机重重。（回想一下，是特斯拉而不是摩根起草了最初的协议。）作为对 150 000 美元的回报，特斯拉把其无线专利权的 51%转让给了摩根。特斯拉当然可以把剩下 49%的专利权转让给新投资者并创建新公司，但新公司不能行使专利权，除非摩根同意合作。（为了获得垄断地位，专利只能由一家公司而不是两家竞争的公司来开发。）摩根一直向特斯拉保证，只要新投资者拿出新资本而他又能在新公司发行的股票中得到合理的部分，他会合作。需要再次重申，摩根也不是不想看到特斯拉的发明被开发——他只是不想再投自己的钱。然而对于新投资者来说，这看起来像一个糟糕的交易，因为他们要承担所有的风险（即投入新资本和发展公司），而摩根仅仅因为 150 000 美元的早期投资就能享受可观的收益。投资者一定会想，他们这么努力就是为了摩根赚大钱？潜在的投资者一再问特斯拉："如果这是好事，那么摩根为何不帮你到底？"[64] 因此，无论特斯拉多么努力诉说无线电力的潜力，他还是无法说服新投资者，建立一个新公司的长期回报会大于短期风险。

试图改变摩根的想法

在特斯拉努力说服新投资者加入沃登克里弗事业的同时，他还不断地给摩根写信，或要求或恳求更多的钱。特斯拉有时自大有时卑躬，他承认这些写给伟人的信经常“是在意志消沉痛苦难忍的情况下写的”。[65]

特斯拉在这些信里的说法采用了不同的形式。有时他会承诺，摩根的投资会有无法想象的回报，正如他在 1903 年 9 月解释的：“如果你能在这方面给我诚挚的支持，那么你得到的收入就会比洛克菲勒从油井中得到的还要多，从而你可以睥睨那些觊觎你的事业并试图上位的宵小之徒。摩根先生，我只需要完成这个站，剩下的站就会水到渠成。”在其他信中，他则试图通过声称无线发明将彻底改变日常生活来说服摩根：

> 摩根先生，通过采用我发现的某些原理所能轻松做到的事情，我还从未尝试过哪怕把其中的百分之一跟你说清楚。如果你想象成我发现了哲人石，那你就离真相不远了。我的发现将导致一场浩大的革命，以至于几乎所有的价值和人际关系都将被深刻地［颠覆］。这些新发展不会与任何特定的国家而会与整个世界有关，而这些都有赖于你的努力。它们所提供的商业机会是无限的，而你是今天拥有天才和力量使这些想法被普遍采用的唯一之人，那也正是我两年前开始接近你的原因。[66]

上述法子没有奏效，特斯拉就试图利用摩根的同情心。特斯拉听说摩根要会见坎特伯雷大主教，就在 1904 年 10 月写了一封长信总结说：“摩根先生，一年以来，几乎没有一个晚上我的枕头不是沐浴着眼泪，但你不能因此就认为我是一个懦弱的人。不管发生什么，我肯定都要完成我的任务。我唯一遗憾的是，在克服了似乎不可逾越的困难，以及获取了我现在独自拥有的专业知识——如果它们被有效应用，世界将因此进步一个世纪——之后，我还必须看着我的工作迟迟不能开展下去。”[67]

摩根对于这段插曲只是简单地回了个“不”，而特斯拉禁不住开始表示他的愤

怒。知道摩根自视为一个虔诚的圣公会教徒，特斯拉开始直抒胸臆：

> 你就是像俾斯麦那样的人。了不起但桀骜不驯。我有意在上周写信是希望你最近［与大主教］的交往可能会使得你更容易接受温和的影响。但你根本就不是基督徒，你就是个狂热的穆斯林。一旦你说不，不管怎样，就是不。
>
> 万有引力可以是斥力而不是引力，对的也能变成错的，不顾事实的种种考虑，这些都建立在你野蛮决心的基石之上……
>
> 你让我一路挣扎，被狡猾的敌人削弱，因怀疑的朋友气馁，经济上耗尽，还要努力克服你亲自在我面前堆积起来的障碍。[68]

随着特斯拉越来越愤怒，他的信中混杂进了迷信、圣徒和拯救。他在 1904 年 12 月 14 日的信中告诉摩根：

> 由于很久以前养成的无视迷信的习惯，我更喜欢在每星期五和每月的十三日进行重要的通信，不过昨天我的房子着火了，一个小时都耽搁不得。
>
> 我知道你还是会拒绝。我以灵魂的蛛丝攻克华尔街最大的怪物的几率有几何！
>
> 我收到你的信的那天正是我的守护圣徒——众人当中最伟大的——圣尼古拉之日。在圣尼古拉与我之间有一个无声的协定，我们彼此坚守。他一度做得很好，但在过去的三年里他忘了我——就像你所做的那样。
>
> 你说你履行了与我的合同。**你没有**。
>
> 我是来寻求你的天才和力量，而不是因为钱。你应当知道我这样做是对你的尊敬，就像我尊敬自己一样。你是一个大人物，但你的工作终是转瞬即逝，而我的工作是不朽的。我带着有史以来最伟大的发明到你这里来。以我命名的创造物比古往今来的任何人都要多，连发明巨匠阿基米德和伽利略也不例外。当今美国已有六十亿美元投资于以我的发现

为基础的企业。你要是还是旧时的皮尔庞特·摩根的话，我可以从你这里预借一百万美元。

当我们订立合同时，我提供了：(1)专利权，(2)我作为一个工程师和电气技师的能力，以及(3)我的美好愿望。你则要提供：(1)金钱，(2)你的商业能力，以及(3)你的善意。我转让给你的专利权即使在最差的情况下也值你十倍的现金投入。你预支了现金，是的，但即使我们合同的这一首要条款也没有被完全遵守。最后一笔五万美元的付款延迟了两个月——这是一个致命的延迟。

我认真履行了第二项和第三项义务。你蓄意忽略了你的义务。不只如此，你还不相信我。

只有一个办法，摩根先生。给我钱来完成这项伟大的工作，它将使世界进步一个世纪，并使你从此以后沾上荣耀。否则帮我一个忙，让我能自我拯救。[69]

由于在过去几个月，他既不能吸引新的投资者，也无法说服摩根，特斯拉只好祭出了最后的幻象：他是**所有时代最重要**发明的发明者。正如1905年2月他向摩根宣告的：

让我再告诉你一次。我已经完善了所有时代最伟大的发明——不用线把电能传输任意距离，这个工作耗费了我十年的生命。这是被长期找寻的哲人石。我需要完成我构画的传输站，人类会因此一跃而进步几个世纪。

我是**现今**地球上具备完成这一奇迹所需的特定知识和能力的**唯一之人**，而一百年之内可能都不会再出现另外一人。已经有太过漫长而痛苦的拖延。我的神经不是铁打的，所有这些知识和能力都可能从世界上消失。帮助我完成这项工作，或者移除我路上的障碍。[70]

尽管很愤怒，特斯拉从未放弃摩根终会支持沃登克里弗的事业的希望。1905

年夏，特斯拉告诉舍夫，他预感摩根从年度欧洲之旅返回后会联系他，不过这位伟人当然没有找他。甚至直到 1911 年，特斯拉还抱有希望；在关于无线控制船的合资企业而给小约翰·海斯·哈蒙德写信时，特斯拉说："我已经让一位签名为 J.P.M.的先生对我的部分无线发明感兴趣，而我的朋友阿斯特正在等着我的传输站的完成，好进入必会取得巨大成功的无线电力传输行业。"[71]

地球是像个水气球还是像大海？

在特斯拉努力寻找新投资者和说服摩根支持他的过程中，新问题不断出现。除了杰斐逊港银行要求偿还贷款，詹姆斯·沃登还针对没有支付的沃登克里弗物业抵押款采取了法律行动。与此同时，一位名叫克拉克的沃登克里弗雇员起诉他拖欠工资。1905 年 5 月，在经过 17 年（专利的常规有效期）之后，特斯拉的交流电动机专利到期了；尽管他早已不再从中取得专利使用费，他可能还是感到有些遗憾，因为这些专利曾代表着他对社会和工业的重大贡献。特斯拉向舍夫承认："挡在我面前的障碍跟九头蛇没什么两样。我砍掉一个头，马上又长出两个新的。"[72]

在全力对付这些问题时，特斯拉又收到了令他心烦意乱的消息，霍布森要与格丽泽尔达结婚。霍布森写道："你知道吗，我亲爱的特斯拉，你是我家人之外我想到的第一个人。虽然仪式会很简单，但我希望在我人生中如此充满意义的时刻，能感受到你紧紧站在我身边。说真的，要是没有你在，我总觉得这一时刻不够圆满。在我的内心深处，有你的位子。"[73]

特斯拉表面上为霍布森高兴，并在婚礼上担任了迎宾，但内心里他一定是深感失望，因为结婚意味着霍布森选择了格丽泽尔达而非自己。尽管我们永远无法确切知道特斯拉和霍布森是否有身体上的关系，但不可否认他们有着非常亲密的感情。就像西盖蒂 15 年前离开他一样，特斯拉一定感到被霍布森抛弃了。特斯拉和霍布森仍是朋友，在 20 世纪 30 年代他们还会定期聚在一起看电影并聊上几个小时。[74]

或许是为了缓解这种感情上的打击，特斯拉全身心地投入到了工作当中。1905年夏季期间，他和舍夫致力于在放大发射器与沃登克里弗塔下36米深井底的大地之间建立强大的电气连接。这个接地连接是整个系统的关键，因为特斯拉是从那里把电能注入到地壳中，以便能生成驻波并把电力广播到全世界。

正如我们所见，特斯拉打算通过使用从井底辐射出的16根管子来抓牢大地。为把这些管子向大地中推进91米，他设计了采用压缩空气的特别的机器。然而，这个机器出现了各种各样的问题，而特斯拉与舍夫之间的通信表明，他们在努力做出可靠的阀门并不得不重新设计机器的某些部分。

这些通信揭示了特斯拉在乐观与巨大的焦虑之间来回摇摆。在每一个小的改变中，特斯拉都希望“这次我们将得到非常好的结果，并为伟大的成功奠定基础”。在这里，我们看到了特斯拉的一个熟悉的特质——他能在最小片的证据中看出希望。但他现在表现出的还有焦虑，正如他向舍夫吐露的：“麻烦和危险达到了顶点……沃登克里弗的幽灵日夜困扰着我……什么时候才是个头？”[75]

但真正的问题还不在管子。真正的幽灵是，当电能被注入到大地中时，大地实际会如何响应？根据在科罗拉多的实验，特斯拉认为地球在电气上的行为就好像是它被充满了不可压缩的流体；如果从地球的一侧注入这种流体，它就会从另一侧的单向阀中涌出（图15.5）。让我们在这里把地球想象成一个装满水的气球；如果以气球的共振频率从一侧注入水，那么水就会从另一侧的阀门喷出。因此，如果地球中充满了不可压缩的“电气流体”，那么就真有可能以最小的损耗通过大地传输电力，特斯拉所做的就没有错。[76]

但万一实际情况不是这样呢？万一地球的行为是像被充满了**可压缩**的流体呢？在这种情况下，特斯拉有可能把电能注入到大地中并生成驻波，但这些波会消散并最终消失。作为一个例证，考虑一下把一块石头从海边扔到水里会发生什么。波纹从石头碰触水面的点扩散开来，但由于大海是可压缩流体，这些波不会跨越大海传到另一边。然而对于特斯拉来说不幸的是，从电气角度来看，地球的行为就像是充满着可压缩流体；它更像大海而不是水气球。因此，我很怀疑电力能否以特斯拉设想的方式通过大地传输。

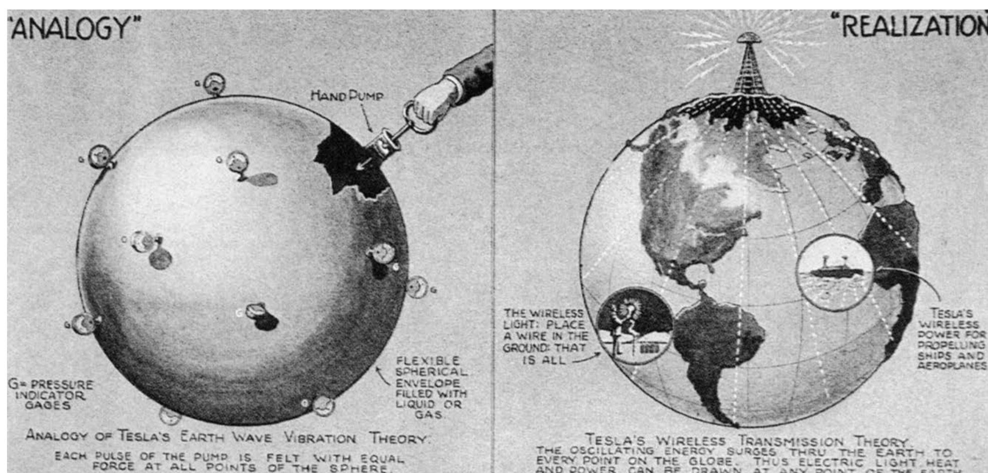


图 15.5　特斯拉想象中充满不可压缩流体的地球

图片来源：NT, “Famous Scientific Illusions,” *Electrical Experimenter*, Feb. 1919, pp. 692–694ff.

事实上，现在有人在研究或许可以做到让特斯拉无线电力的想法真实可行。一种方法是，假定特斯拉所产生的不只是普通的电磁波，还有其他形式的电磁辐射。特别是，一些研究者认为，麦克斯韦方程组预测一个移动的电荷会产生第二种形式的辐射，也就是俗称为标量波的纵波（正如特斯拉所强调的），这种波不会消散，并且传播得比光速还要快。然而，多数物理学家认为，标量波在实验上还未被证实，因而不在可接受的理论之列。[77]未来的研究者可能会证明特斯拉无线电力的方向没问题，但我现在是站在多数物理学家一边，认为沃登克里弗的实验存在技术问题。在特斯拉认为应当发生的与地球的实际运行之间存在割裂。

黑暗降临

特斯拉从未放弃通过大地传输电力的想法，但在沃登克里弗期间不能让想法与现实相符的事实非常令他不安。特斯拉对自己发现和发明的能力极有信心；他在20世纪30年代说道：“我的想法总是理性的，因为我是一台异常精准的接收仪。”事实上，正如他在 1904 年告诉记者的，如果怀疑自己的能力，他就会发疯。[78]此外，由于其正教传承以及对科学理性的信仰，特斯拉坚信在自然界中存在可被

发现的基本原理。正如特斯拉曾确认了旋转磁场的理念并在交流电动机中进行了证明，他相信他通过大地传输电力的想象也一定是真实的，两者都是他思想的产物。从这个意义上来说，特斯拉就像是获得诺贝尔奖的数学家约翰·纳什；当被问及一个理性的数学家怎么可能相信外星人在向他发信息，纳什平静地解释说：“我得到关于超自然生物的想法，跟我得到数学上的想法，在方式上是一样的。所以我把它们当回事儿。”[79]

因此，当特斯拉无法让沃登克里弗的实验按他想要的方式运行时，他必定面临着一个严重的两难境地：要么是他错了，要么是大自然错了。由于两个选择都无法接受，特斯拉遭受了严重的精神崩溃。正如他在自传中报告的：“在我投身的事情当中，还没有哪个像这个以放大发射器为基础的系统这样，要求这么全神贯注，让我大脑的神经纤维绷紧到这种险而又险的程度……尽管在那期间我有着罕见的身体耐力，但过度使用的神经最终还是造反了，我**彻底崩溃**了，就在这漫长而艰苦的任务眼看着就要圆满成功的时候［强调为引者所加］。”[80]

特斯拉在愤怒和沮丧中度过了1904年，而在1905年秋他完全崩溃了。9月份，特斯拉的商业伙伴兰金突然去世，时年47岁；兰金曾在1895年帮助组建了尼古拉·特斯拉公司，并在特斯拉试图与加拿大尼亚加拉电力公司谈判时提供了帮助。10月，感觉要被沃登克里弗的问题压垮的特斯拉向舍夫承认说：“麻烦太多了，我渴望看到善良的主为我准备了什么样的解决方案。这一次他要让圣诞老人把包裹装满才行。”[81]11月，特斯拉认为他已说服了卡内基的前合作伙伴亨利·克莱·弗里克（Henry Clay Frick）投资于无线电力，但弗里克、特斯拉和摩根从未在条款上达成一致。[82]12月，特斯拉承认他上个月病情危笃，就跟他年轻时遭受霍乱发作一样严重。在圣诞前夜，T. C. 马丁给他留了个便条：“很遗憾听说你最近生病了——你对朋友和公众隐瞒得很好——我也很高兴听说你康复了。请保重和保持健康。”[83]

特斯拉的精神崩溃持续到1906年；甚至在4月份，舍夫还向老板写信说：“我已收到了你的信，并且很高兴地知道你正在战胜疾病。我很少看到你像上周日那样精神失常，我吓坏了。”[84]

终其一生，特斯拉对于大脑如何工作都有着深入的兴趣。他后来向诗人和记者乔治·希尔维斯特·维里克（George Sylvester Viereck）描述了他的精神崩溃，维里克于20世纪20年代出版过一本有关弗洛伊德精神分析理论的大众书。[85]特斯拉向维里克解释说，在其崩溃期间，他在梦里与生活中的创伤事件抗争。许多梦涉及他的母亲，但都是以回忆其哥哥戴恩或丹尼尔之死开始的：

> 在我缓慢恢复到正常精神状态的过程中，我经历了对某种无法言明的事物的非常痛苦的渴望。在日间正常工作时，这种感觉虽然持续存在，但相对来说要不显著得多。不过当我夜间休息时，这种感觉被无限放大，让我感到非常难熬，直到黎明我才醒悟到，我所受的这种折磨是由于无法抑止地想见到母亲的渴望。
>
> 想到她就让我从儿时最早的印象开始想起过去的生活，而我吃惊地发现我甚至无法清晰回想起她的容貌，只有一个场景例外。那是一个凄凉的夜晚，雨水飘落入激流。我哥哥，一个十八岁的青年和智力巨人，死了。我妈妈来到我的房间，把我抱在怀里，以几乎听不见的声音小声说："过来吻丹尼尔。"我把嘴印在我哥哥冰冷的嘴唇上时，只知道是发生了可怕的事。我妈妈把我重新放在床上，待了一阵，流着泪说："上帝在午夜给了我一个孩子，又在午夜带走了另一个。"我们能记得的事物就好比是旷野中的绿洲，是大脑的某些奇怪的恶作剧使之在遗忘之旷野中保持鲜活。
>
> 我的回忆慢慢变得清晰起来，在想了几周之后，景象变得非常清楚并且光亮十足，这让我非常吃惊。随着过去的生活一幕一幕地浮现，我开始回顾在美国的经历。同时，我的渴望变得几乎难以忍受，每晚我的枕头都被眼泪打湿。[86]

在接下来的梦里，特斯拉再次经历了1892年在伦敦和巴黎演讲时的紧张、他回家看望垂危母亲的后续旅程，以及他在她去世那一刻经历的景象（参见第八章）。正如他告诉维里克的，当他回想起母亲乘着祥云飘向天堂的景象时：

> 我母亲死了的绝对确信的感觉扑倒了我，而更为确信的是，一个女仆跑过来带来了这个消息。这个消息吓了我一大跳，而我突然意识到，我是——在纽约！我母亲多年前就去世了，但我忘记了！我惊恐地问自己，这怎么会发生？痛苦、伤痛和羞愧压倒了我。我的痛苦是真实的，尽管事情不过是以前发生过的事的虚幻映射。我经历的不是从梦中醒来，而是我意识中特定部分的还原。

一如既往，特斯拉拒绝把这些经历归因为任何心理或精神上的原因，而是坚称这些是过度劳累和外部刺激的结果。正如他向维里克解释的：

> 我以我的每一个思想和行动不断证明，我不过是一台自动机，从摇篮到坟墓，响应各种外部刺激，并处理无限量的各种事实。
>
> 毕竟，对这些心理现象的这种解释，是非常简单的。在长时间专注于特定问题之后，我大脑中的某些纤维会因缺乏血液供应和锻炼而变得麻木，并且不能再对外部影响做出正确的反应。随着我思想的转移，它们慢慢活泼起来，并最终被带回正常状态……见到母亲的渴望是由于我在查看她织的一些艺术面料时我温柔的记忆被唤起了，而很快我又能重新集中精神了。

特斯拉最后对维里克说："这一切的实际教训是，小心不要太过专注，而要满足于平凡的成就。"[87]遗憾的是，特斯拉似乎是把这个教训铭记于心，因为他在 1905 年精神崩溃之后再也没有尝试过像在沃登克里弗的无线电力这种雄心勃勃的项目。尽管他又活了 38 年，但他作为一个大胆创新者的职业生涯已经走到了尽头。

第十六章
梦想家的余生
（1905—1943）

人生是一出写得马马虎虎的话剧，只是其中第三幕非常糟糕。

——杜鲁门·卡波特（Truman Capote）

特斯拉平稳地生活到了 20 世纪并于 1943 年以 87 岁高龄去世。他继续发明，但正如麻省理工学院教授约翰·G. 特朗普（John G. Trump）在 1943 年检查特斯拉的文档之后评论的："在过去至少十五年里，他的思想和努力主要表现出一种思辨的、哲学的以及某种推销的特征（经常是与电力的生产和无线传输有关），但没有包含可助无线电力传输结果达成的新的可靠可行的原理或方法。"[1]理念与幻象继续形塑着特斯拉的创造性方法，直到他生命的终点。

无叶片涡轮机

当特斯拉 1906 年从精神崩溃中康复回来时，他希望能继续沃登克里弗的工作。为了筹集必要的资金，他把他的创造努力从电转移到了机械工程。在此过程中，他重拾起了有关飞行的旧时梦想。

特斯拉还是个孩子时就梦想过飞行，而他打算一旦完善了无线电力系统，接下去追求的应用便是向飞行器传输电力。正如他在 1911 年解释的："二十年前我

相信我将是第一个飞行的人；我相信我正在完成其他人没有完成的事……我的想法是用电动机驱动飞行器，而电动机的动力来自地面电力站。”[2]

由于特斯拉太过专注于电力驱动的飞行器，他很少关注像莱特兄弟这样的发明者是如何利用轻型汽油发动机的，而后者部分帮助了莱特兄弟在 1903 年首次让飞机飞上蓝天。[3]特斯拉意识到汽车和飞机都需要更轻便更强大的发动机，于是他转向了无叶片涡轮机的研究。

通过与其交流电动机中的旋转磁场作类比，特斯拉构思了无叶片涡轮机的想法。就像旋转磁场在电动机中“拖动”转子，特斯拉认为应当有可能用像蒸汽或压缩空气这样的流体来拖动固定在涡轮机主轴上的一系列圆盘（图 16.1）。通过紧密堆叠圆盘以及使它们与流体的流向形成适当的角度，特斯拉发现可以利用流体的黏性使圆盘堆栈旋转。所有流体都有黏性，像糖浆这样的液体具有很高的黏性，而像空气这样的气体的黏性则很低。但不管黏度如何，所有的流体都会“粘”在固体表面，即直接接触固体表面的流体分子与固体表面的移动速度一致。同时，远离表面的分子会被靠近表面分子的黏性干扰拖慢。这导致在“无滑移”表面与“自由流”速层之间形成了一个被称为边界层的过渡层。

特斯拉发现可以利用边界层的“黏性剪力”（自由流动分子与粘在表面的分子之间的张力）来把流体的能量传送给圆盘堆栈，从而不再需要复杂的叶片。相反，通过仔细调节圆盘之间的缝隙从而使之与所有流体的黏度特性和速度相适配，特斯拉希望能创建出一台高效的发动机。在特斯拉的设计中，流体从涡轮机的边缘流入而从中心轴流出。当流体涡旋着流向中心时，流体流动中的能量会拖动圆盘并导致主轴旋转。特斯拉进一步发现，通过反转流动方向，即流体从中心进入而从边缘流出，其涡轮机也能当泵或风机用。[4]

就像特斯拉的其他发明一样，无叶片涡轮机是基于一个理念：可以利用流体的两个基本属性（黏度和黏附性）来创建完美的发动机。特斯拉的涡轮机只使用简单的圆盘，而不是查尔斯·帕森斯（Charles Parsons）和古斯塔夫·德拉瓦尔（Gustaf de Laval）发明的轴流式涡轮机中所用的复杂的叶片，他相信其建造和维护都会更廉价。但更为重要的是，他相信在他的设计中机器每磅重量所产生的马

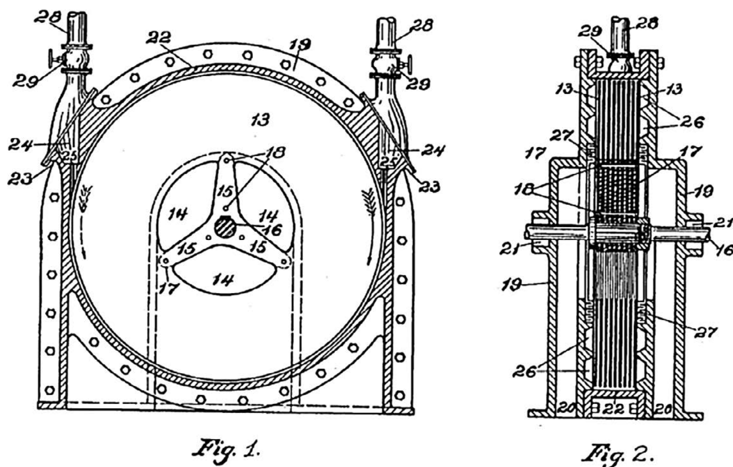


图 16.1　特斯拉涡轮机

在这个设计中，蒸汽或压缩空气从左上角或右上角的阀门进入，进而导致圆盘向一个方向或另一个方向旋转。

图片来源：NT, “Turbine,” US Patent No. 1,061,206 (filed 21 Oct. 1909, granted 6 May 1913).

力数会更高，因而使之能被广泛用于汽车和飞机。特斯拉在 1911 年发出捷报：“我已经完成了自蒸汽动力发明以来机械工程师们一直梦想的东西，那就是完美的旋转发动机。”[5]

但正如从旋转磁场理念的获得到可用的交流电动机的完成花费了特斯拉数年时间，无叶片涡轮机的完善也涉及大量仔细的工程工作。特斯拉很快发现要为涡轮机圆盘的不同配置和材料进行测试。朱利叶斯・C. 思泽图（Julius C. Czito，特斯拉长期助理柯尔曼・思泽图的儿子）在 1906 年用 8 个直径 6 英寸（约 15.2 厘米）的圆盘建造了第一个原型。机器不到 4.5 公斤重，发出的动力有 30 马力。特斯拉很快发现，转子达到极高速度（最高 35 000 转每分钟）时，金属圆盘会被拉伸变形。1910 年思泽图用 12 英寸（约 30.5 厘米）的圆盘为特斯拉建造了一个更大的模型，当转速被限定为 10 000 转每分钟时，它发出了 100 马力的动力。1911 年他们用直径 9.75 英寸（约 24.8 厘米）的圆盘建造了第三个原型。他们又把转速降低到 9000 转每分钟，并发现动力增加到了 110 马力。产生的动能与原型大小之间的关系令特斯拉印象深刻，他告诉记者说，他的涡轮机相当于是“把动力房装在了帽子里”。[6]

按照其常用的“专利–推介–出售”策略，特斯拉最初希望他能把涡轮机专利卖给制造商并把收入用来完成沃登克里弗的工作。1909 年 3 月，特斯拉向约翰·雅各布·阿斯特兜售了其涡轮机，但阿斯特再一次拒绝投资。因此，他与约瑟夫·霍德利（Joseph Hoadley）和沃尔特·H. 奈特（Walter H. Knight）成立了特斯拉推进器公司。霍德利与阿拉巴马煤铁联合公司有关联，该公司打算安装特斯拉的泵或风机以用于高炉。然后特斯拉在 1909 年 10 月提交了两个专利申请——一个是泵的，另一个是涡轮机的。自信于这个发明的成功潜力，特斯拉在时为世界上最高建筑的麦迪逊广场新大都会人寿大楼租了一个办公室套间。[7]

为展示这个新发明的潜力，特斯拉于 1911—1912 年间在纽约爱迪生公司的沃特赛德发电站安排演示了他的涡轮机。为做这些测试，特斯拉用 18 英寸（约 45.7 厘米）的圆盘建造了两个涡轮机，每台在 9000 转每分钟时输出了 200 马力。这两个涡轮机被安装在同一个基座上，它们的轴以扭力弹簧相连（图 16.2）。当蒸汽被输入涡轮机时，两台涡轮机向相反的方向旋转，扭力弹簧就会测量两台涡轮机对抗所输出的动力。在这里，证明理念的幻象是两台发动机在进行一场拔河。然而，观看测试的工程师不理解特斯拉在用扭力弹簧做什么，他们本期望看到的是涡轮机在转动；当他们看不到发动机的轴转动时，他们得出的结论是测试失败了。这一次，幻象适得其反。[8]

J. P. 摩根于 1913 年去世时，特斯拉参加了这位伟人的葬礼，并于两个月后开始寻求摩根的儿子杰克的支持。特斯拉仍然梦想着沃登克里弗的实验，他希望杰克会在无线电力中投资；然而，当杰克表示对那个项目不感兴趣时，特斯拉就兜售了他的涡轮机计划。杰克愿意冒一点风险，借给了特斯拉 20 000 美元，分四期，每期 5000 美元。特斯拉利用这笔钱，试图把涡轮机的想法卖给爱迪生的老同事西格蒙德·伯格曼（Sigmund Bergmann），伯格曼在德国有一个大型制造工厂。特斯拉决定维持门面，搬到了位于已取代大都会人寿大楼成为世界最高建筑的伍尔沃思大厦的新办公室（图 16.3）。不幸的是，第一次世界大战于 1914 年爆发，特斯拉无法完成与在德国的伯格曼的交易。与此同时，杰克对这个项目失去了兴趣，并深度参与到为法国和英国的战争筹款当中去了。[9]

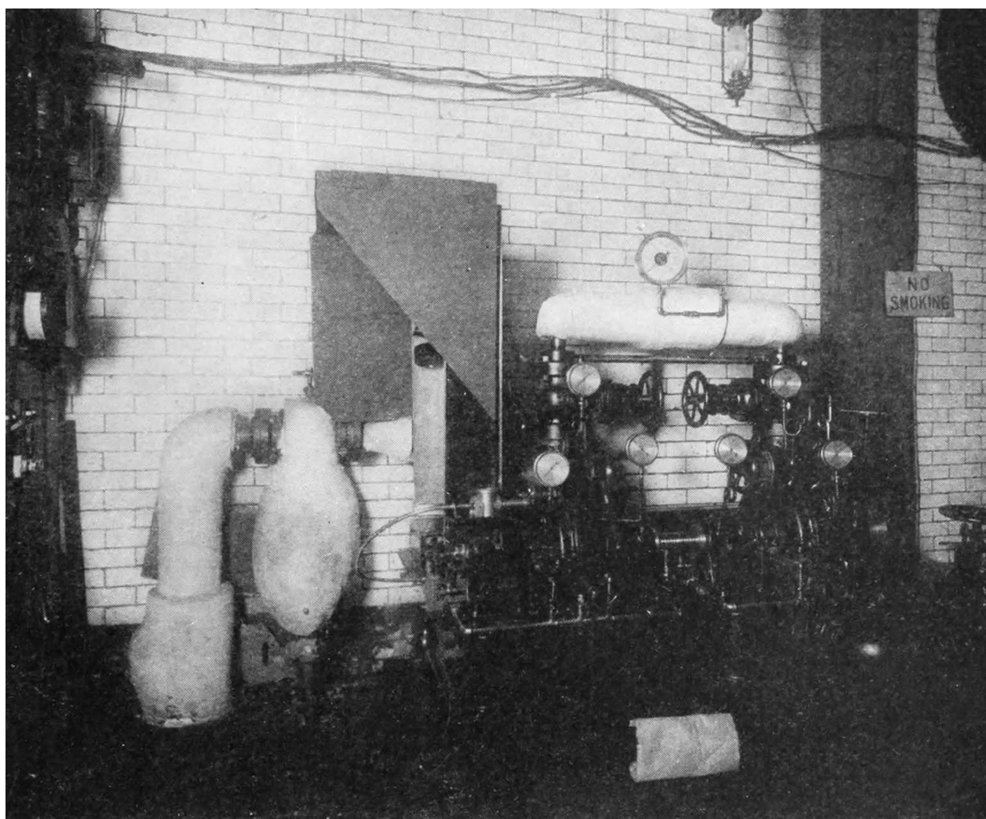


图 16.2　特斯拉 1912 年在纽约爱迪生沃特赛德发电站的涡轮机测试设备，注意连接两个发动机的浅色扭力弹簧

图片来源：Frank Parker Stockbridge, “The Tesla Turbine,” *World's Work* 23 (1911–1912): 543–548.

在接下来的十年里，特斯拉与芝加哥的派尔公司、密尔沃基的阿里斯–查尔莫斯公司以及费城的巴德公司的工程师继续工作于涡轮机。但他们无法克服特斯拉早期就注意到的问题：超过 10 000 转每分钟的转速会施予涡轮机的薄圆盘难以置信的压力，从而使之变形。虽然特斯拉已在寻找更好的钢合金以用于其设计，但他从未能找到足够强的材料。

此外，特斯拉的涡轮机设计似乎是落在了两个分开的工业领域之间。一方面，为开发得当，特斯拉需要像阿里斯–查尔莫斯或通用电气这样的公司的工程师协助，他们专业于制造旋转机械，但他们的专长主要是在轴轮式涡轮机领域，不一



图 16.3　1916 年前后特斯拉在伍尔沃思大厦的办公室
图片来源：http://www.teslauniverse.com/.

定与建造像特斯拉的那种更好的边界层涡轮机相关。另一方面，轻型特斯拉涡轮机的主要市场将会是汽车和航空工业，但这些公司专注在高性能活塞式发动机的开发上，几乎没有兴趣纠葛于涡轮发动机。

然而，当被当成泵来用时，特斯拉的设计运作得非常棒，今天加利福尼亚州桑蒂的 DiscFlo 公司生产的泵就是基于特斯拉的想法。此外，密歇根州缪尼辛的凤凰导航与制导公司正在实验在圆盘中采用诸如碳纤维、钛浸渍塑料和凯夫拉纤维之类先进材料的圆盘涡轮机。还有一群忠实的业余爱好者在继续探究特斯拉的想法并通过特斯拉发动机建造者协会来分享他们取得的结果。[10]

破产与失意

特斯拉在杰克·摩根之后再也无法找到涡轮机的投资者，其财务状况再次陷入混乱。他被迫放弃在伍尔沃思大厦的办公室并换到了西40街5号更适合的场所。1916年，纽约市为收取935美元的补交税款把他告上了法庭，特斯拉不得不承认他的收入只有350—400美元每月，仅够支付他的花费。法官问特斯拉："你怎么生活？"

> "主要靠赊账，"他回答道，"我在华尔道夫酒店的账单已经有几年没付了。"
>
> "你还有其他判定欠款吗？"
>
> "有很多。"
>
> "有人欠你钱吗？"
>
> "没有，先生。"
>
> "你有珠宝吗？"
>
> "没有，先生；我憎恶珠宝。"

特斯拉解释说，他还是尼古拉·特斯拉公司的总裁和财务掌管人，但90%的公司股票已于1898—1902年间被抵押给银行家、债权人和朋友。虽然公司的专利组合中曾有200个专利，但大多数都过期了。为让公司继续下去，特斯拉已任命两个前雇员弗里茨·洛温斯坦和迪亚兹·布鲁特拉戈（Diaz Brutrago）为董事。法庭在得知他既无房产也无汽车之后，便任命了一位收受人来管理他的事务。[11]

在遭受这些财务麻烦的过程中，特斯拉还经历了两段与重大科学奖项有关的插曲。1915年11月，《纽约时报》抢先报道说，特斯拉和爱迪生将会分享那一年的诺贝尔物理学奖；由于马可尼已在1909年得到过那个奖项，现在两位魔法师分享这个奖项看起来完全有可能。尽管特斯拉还没有收到正式通知，他还是告诉报纸说："我认为这项荣誉授予我是对不久前宣布的关于无线传输电能的发现的认可。"但不幸的是，《纽约时报》搞错了，1915年诺贝尔物理学奖其实是授予了威

廉 ·H. 布拉格及其子威廉 ·L. 布拉格。失望的特斯拉在给朋友罗伯特 ·安德伍德 ·约翰逊的信中给自己的错失找了理由："在一千年当中，会有许多诺贝尔奖得主，但在技术文献中可找到的我名下的创造物不少于四打儿。这些是真实和永久的荣誉，它们不是由容易犯错的几个人授予的，而是来自于少有出错的整个世界。"[12]

一年后，特斯拉收到了更值得他高兴的消息，他获悉美国电气工程师学会希望授予他学会的最高荣誉爱迪生奖章。如前所述（参见第十二章），特斯拉与学会的关系一度紧张。会员们担心，一旦特斯拉性倾向的事被公之于众，这会造成负面宣传。由于这层担心，特斯拉在 1892—1893 年间任满副主席之后很少参与学会的事务。尽管奖项宣布于 1916 年 12 月，但直到 1917 年 5 月奖章才正式颁给特斯拉，这个推延很可能是因为特斯拉不情愿接受这个让他感到被社会排斥的组织所颁发的奖项。正如他向提名自己的西屋高级工程师 B. A. 贝伦德（B. A. Behrend）抱怨的："你提议授予我一个荣誉奖章，我可以将之别在外套上，并在你们学会成员和宾客面前炫耀虚荣的那么一小时。你给了我一个表面上的荣誉，但它只能装饰我的身体，而无法使之不继续挨饿，因为它没有对我的思想及其所创造的产品提供真正的认可，要知道我的思想及其所创造的产品提供了你们学会的主要部分赖以存在的基础。当你想通过这种空洞的哑剧来给特斯拉荣誉时，荣誉并没有给到特斯拉而是给到了爱迪生，他一直从先前每一位这个奖章的接受者那里不劳而获地分享到了荣耀。"

贝伦德最终说服了特斯拉接受这个奖章，但特斯拉的心情仍旧是混杂的。1917 年 5 月他出席了在工程师俱乐部的宴会，并在会上谈笑风生，但就在颁奖典礼的前一刻他消失了。贝伦德到处寻找特斯拉，却发现他就在俱乐部街对面的布莱恩特公园。特斯拉正在那里忙着喂鸽子。喂完之后，特斯拉跟贝伦德回到了典礼上，他在那里做了一个叙述其早期生活和描绘其创造性方法的演讲。[13]

无线诉讼和一些小发明

在 20 世纪 10 年代中期，特斯拉跟在 19 世纪 80 年代中期被迫挖沟渠时一样穷（参见第四章）。然而，也正如他在 30 年前所做的，特斯拉转而去做一些小发

明来把自己从财务危机中拉出来。

首先，他试图从无线专利中找一些赚钱的法子。1903 年，德皇威廉二世急于看到德国有一个能挑战英国马可尼公司的强大公司，便鼓励所有的德国无线公司联合成一个公司——德律风根无线电报公司。更进一步地，为了与马可尼在美国市场竞争，德律风根还在大约 1911 年组建了一个子公司大西洋通信公司，并雇请特斯拉担任顾问；他们这样做也说得通，因为几年前德律风根的顶尖德国研究者之一阿道夫・斯拉比曾公开称特斯拉是“无线之父”以刺激马可尼。[14]

第一次世界大战爆发后，英国海军立即切断了来自德国的所有海底电报电缆，德国与美国之间的唯一联系就只能通过大西洋通信公司在长岛的西维尔建造的通信站和另一家德国公司 HOMAG 在新泽西州塔克顿建立的通信站。英国政府决心要强迫关闭这些站以便能完全控制从欧洲流向美国的战争信息，因此在 1914 年要求美国马可尼公司起诉大西洋通信公司专利侵权。双方（英国政府与德国政府，马可尼公司与德律风根）都认识到这场官司的利害得失，并派出了各自的干将；马可尼动身前往纽约，而德律风根派出了两位物理学家乔纳森・策内克（Jonathan Zenneck）和费迪南德・布劳恩（Ferdinand Braun，他曾与马可尼在 1909 年共同获得诺贝尔奖）。此外，大西洋通信公司聘用美国顶尖专利律师弗雷德里克・P. 菲什（Frederick P. Fish）来带领辩护团队，并要求特斯拉做专家证人。因此，从 1915 年至 1917 年德律风根向特斯拉支付了大约每月 1000 美元。大西洋通信公司依靠特斯拉、布劳恩和策内克，在与马可尼的官司中占了上风。1915 年 5 月美国马可尼公司要求延期。马可尼的律师给出的理由是，意大利已加入战争，意大利人需要马可尼回去为战争效力；这让人不禁怀疑美国马可尼公司是否也看到了他们在该诉讼中的得不偿失。[15]

特斯拉受到官司进展的鼓舞，于 1915 年 8 月针对马可尼的专利侵权提起了自己的诉讼。在这个案子中，特斯拉对 1904 年授予马可尼的美国专利提出了质疑；特斯拉在 1916 年的大量证词中详述了他的无线工作。按照特斯拉专家盖瑞・彼得森（Gary Peterson）的说法，“该［案］并未取得任何重要成果，直到 1916 年，事情才稍有转机，当时美国马可尼无线电报公司自己为了索要‘一战’期间因无

线电使用所受的损害赔偿起诉了美国政府”。美国马可尼公司诉美国政府这个案子，法律程序前前后后走了几十年，结果是美国索赔法院于 1935 年裁决：马可尼的基础专利是无效的，因为特斯拉和其他早期发明家已有所预见。美国高等法院于 1943 年确认了这一裁决，而基于这一裁决，很多人觉得特斯拉最终至少是对马可尼获得了一个法律上的胜利。[16]

但由于该诉讼并未在 20 世纪 10 年代马上带来收入，特斯拉还得靠从其涡轮机研究中衍生出几个发明。当对泵进行测试时，他获知当减少圆盘与泵壁之间的空间时，流体动量与速度的关系会由平方函数变为线性函数。[17]利用这一洞见，特斯拉就汽车速度表、频率计和流量计的改善提出了专利。[18]大约在 1918 年，特斯拉将这些专利许可给了华尔顿手表公司。[19]华尔顿手表利用其加工精密手表和仪器的制造能力，引进了一条“科学制造速度表”的生产线，其产品安装于诸如皮尔斯银箭、林肯和劳斯莱斯等豪华汽车当中。在对速度表的推广中，华尔顿手表有时会在广告中提到特斯拉的名字。[20]

除了开发出一种速度表和其他测量仪器，特斯拉还利用在涡轮机工作中对毛细作用力和表面张力的所学来开发冶炼金属的新流程。大约在 1930 年，他完成了一份题为《金属排气、精炼与净化流程》的报告，并分发给了包括美国钢铁在内的几家公司。特斯拉似乎还把这一流程许可给了铜矿开采巨头美国熔炼公司（今天的 ASARCO）。[21]

遁世者的生日派对

20 世纪 20 年代期间，特斯拉靠着这些不太多的专利使用费度日。然而，他继续遭受着财务困难；例如，在聘请了律师拉尔夫·J. 霍金斯（Ralph J. Hawkins）帮做一些法律工作之后，特斯拉没能支付他数额为 913 美元的费用，霍金斯被迫于 1925 年 6 月把特斯拉告上了法庭。出于《电气实验者》的编辑雨果·根斯巴克（Hugo Gernsbac）的警告，如果让人知道特斯拉身无分文会是非常令人尴尬的，西屋公司才不情愿地于 1934 年同意把特斯拉作为“咨询工程师”放入薪水册中，并每月支付他 125 美元的养老金。[22]

为贴补收入，特斯拉还为大众杂志写文章，他的自传于1919年分几个部分登载于根斯巴克的《电气实验者》。特斯拉不改其梦想家本色，还是喜欢推测电和无线电的新应用。例如在1917年，他描述了一个通过向物体发送强大的短波脉冲射线然后在一个荧光屏幕上收取射线反射来侦测船只的方案，因此他预见了后来在20世纪30年代开发出的采用微波电子设备的雷达。雷达的早期先驱埃米尔・吉拉尔多（Émile Girardeau）就是受到了特斯拉的启发。他回忆说，其在法国的第一个系统是“根据特斯拉陈述的原理构思出来的”。[23]

“一战”结束后不久，新成立的苏维埃政权的一个代表找到了特斯拉。列宁相信电气化是共产主义成功的重要因素，他的一个口号便是“共产主义，就是苏维埃政权加全国电气化”。全国电气化在列宁1920年推出的俄罗斯国家电气化计划中占据了显著的位置。[24]因此，列宁显然感兴趣于采用特斯拉的无线电力系统在俄罗斯的广袤地域中分配电力。正如特斯拉1919年报告的：“就在最近，一位样貌古怪的先生为争取我服务于一些遥远地方的全球发射器的建设拜访了我。他说：‘我们没有钱，但有整车的赤金，你可以随便拿。’我告诉他我想首先看到能用我的发明在美国完成些什么，这样就结束了面谈。”[25]

特斯拉从未放弃从沃登克里弗广播电力的梦想，多年来他一直努力与债权人周旋并保留对该物业的控制权。1904年，特斯拉把沃登克里弗抵押给了华尔道夫–阿斯托利亚的东主乔治・C. 波特（George C. Boldt），因此他得以继续住在酒店里。1917年，债权人为拿取废金属拆除了塔，而在1921年，法院因特斯拉长期未付的酒店账单而把该物业作为赔偿判给了华尔道夫–阿斯托利亚。[26]

这些都令特斯拉失望沮丧，让他成了一个遁世者，他大部分时间都花在漫步于曼哈顿的街上和喂鸽子。他特别喜欢纽约公共图书馆后边布莱恩特公园的鸽子，而现在公园的一边（在第六大道和西40街交叉处）被正式定为“尼古拉・特斯拉角”。特斯拉继续住在酒店房间里，当他无法再支付账单和被投诉在房间里养了太多鸽子时，他就从一个酒店搬到另一个酒店。[27]

1931年，为纪念特斯拉的75岁生日，年轻的科学作家肯尼思・斯威齐（Kenneth Swezey）为魔法师组织了一个特别的派对。斯威齐请全球70位著名科学家和工程

师发祝贺信，他把这些信做成一个特别的册子送给特斯拉。在这个册子里有来自阿尔伯特·爱因斯坦、奥利弗·洛奇爵士、罗伯特·A. 密立根、李·德弗雷斯特以及万尼瓦尔·布什的信息。这些信被在南斯拉夫转载，并促成了贝尔格莱德的尼古拉·特斯拉学会的建立。《时代》杂志刊登了一篇封面报道，在其中老迈的发明家滔滔不绝地谈论其反驳爱因斯坦相对论的计划、其对原子分裂不会释放能量的信念，以及星际通信的重要性。[28]

这种宣传让特斯拉感到很温暖，他随即每年都举行生日发布会（图 16.4）。在 1932 年的会上，他宣布他有一个靠宇宙射线运行的新电动机。在 79 岁生日时，



图 16.4　1935 年生日采访中的特斯拉

图片来源：http://www.pbs.org/tesla/ll/ww_teslab_pop.html.

他详述了他如何开发了一个能摧毁帝国大厦的袖珍机械振荡器（参见第十章）。在80岁时，特斯拉告诉记者，作为一种调理身体的方法，他会在睡前扭动自己的脚趾数百次，因此他会活到135岁。[29]而在1937年的生日庆典上，特斯拉被南斯拉夫和捷克斯洛伐克政府授予金质勋章。[30]不过，《纽约世界报》的记者对1935年生日会的描述可能最好地总结了这些年度事件："昨天二十多个记者从他在纽约人酒店的持续了六个小时的生日派对回来，他们犹疑地感觉到，要么是这位老人的心智要么是他们自己的出了某些问题，因为特斯拉博士平静祥和得就像老式的阿尔伯特亲王，恭敬有礼得不像是这个世界上的人。"[31]

粒子束武器与全球密谋

特斯拉的生日预言对记者来说似乎既显平凡无奇又属牵强附会，然而在1934年的生日发布会上老魔法师成功地抓住了他们的注意力。在采访中，特斯拉宣布他正在完善一个粒子束武器。正如《纽约时报》解释的，特斯拉现在宣布说，他可以"在无阻挡的空中发送集中的粒子束，其巨大能量足以击落国防线二百五十英里外一万架敌机的战队，并导致数百万大军当场倒毙，尸骨无存"。特斯拉采用了1898年在无线控制船上用过的同样的主题（参见第十二章）。他承诺说，这项新发明将会废止战争，因为这个死亡粒子束"会像一道无形的中国长城环绕每一个国家，只是它比中国长城还要一百万倍地牢不可破。它将使每一个国家在飞机或入侵大军的袭击面前都坚不可摧"。[32]

特斯拉确实设计过这样一个武器吗？多年来，工程师们和特斯拉粉丝都无法确切知道。不过在1984年，有一篇论文在特斯拉专家之间流传，并后来被贝尔格莱德的特斯拉博物馆证实为真。这篇论文的题目是《通过自然介质投射集中无散射能量的新技艺》，在其中特斯拉概述了一个把微小的钨或汞颗粒加速到很高速度的系统。特斯拉仍然不相信赫兹波的效力，他坚持用粒子，而不是射线："我想明确声明我在这个发明中没有考虑过用任何所谓的'死亡射线'。射线不适用，因为它们的产生达不到数量上的要求，并且其强度会随着距离快速衰减。"[33]此外，

特斯拉无疑是想与像格林德尔·马修斯（Grindell Matthews）这种满口跑火车的人拉开距离。马修斯在 1924 年告诉英国报纸，他开发了一种能把飞机打下来的死亡射线，但拒绝向持怀疑态度的英国政府官员演示。特别是，空军部想要马修斯证明其射线能提供足够的能量通过令敌机的飞行员血液沸腾而杀死之。[34]

特斯拉的计划不是使用射线，而是把微小汞粒子加速到 48 倍音速的速度。为激励这些粒子，特斯拉提出了一个与罗伯特·范德格拉夫（Robert Van de Graaff）的设计类似的静电起电机，但他用由特斯拉泵或风机推动的在密封的管道系统中循环流动的干燥空气，代替了其中的充电带（图 16.5）。这个空气流会经过两个放电点，并在那里被高压直流电电离。离子接着就被空气流携带到一个类似于在沃登克里弗塔顶所用的大的球形终端，并使电荷聚集在那里。为提高球形终端的电容量，球形终端上镶嵌有排空的玻璃灯泡，每个灯泡都含有一个伞状电极。特斯拉写道："我有信心，用这样一个发射器将会得到一亿伏特那么高的电压，这为实用目的和科学研究提供一个价值不可估量的工具。"[35]

在球体内部，特斯拉会保持其高度真空，并在其中放入数以百万计的微小汞粒子。虽然特斯拉并未明确指明会如何做到，但这些粒子将会被充上与整个球所带一样高的高压电，然后通过一个特别设计的发射器加速离开球体（图 16.6）。发射器会射出一单列高度带电的粒子，从而把巨大的能量发送到很远的地方。特斯拉同样也没有解释如何防止粒子束在离开发射器并飞向目标的过程中发生散射。

在某些方面，特斯拉这个粒子束武器的设计反映了高压工程的当时水准。与范德格拉夫同在麻省理工学院取得博士学位的约翰·特朗普在 1943 年评估说："他提出的计划与联合使用高压静电起电机和排空的电子加速管来产生高能阴极射线的当前方法有一些关系。"

尽管采用静电力来加速粒子的基本原理是合理的（该原理已被用于从老式电视显像管到核物理中巨型粒子加速器等多种设备中），但特斯拉的描述还没有详细得让人可以得出结论说，他实际上可以建造这样一个武器。再次引用特朗普的话："特斯拉所披露的……还不足以使哪怕是有限能量的起点器和加速管的可用组合的建造成为可能，尽管他简要描述了这一组合的基本元件。"

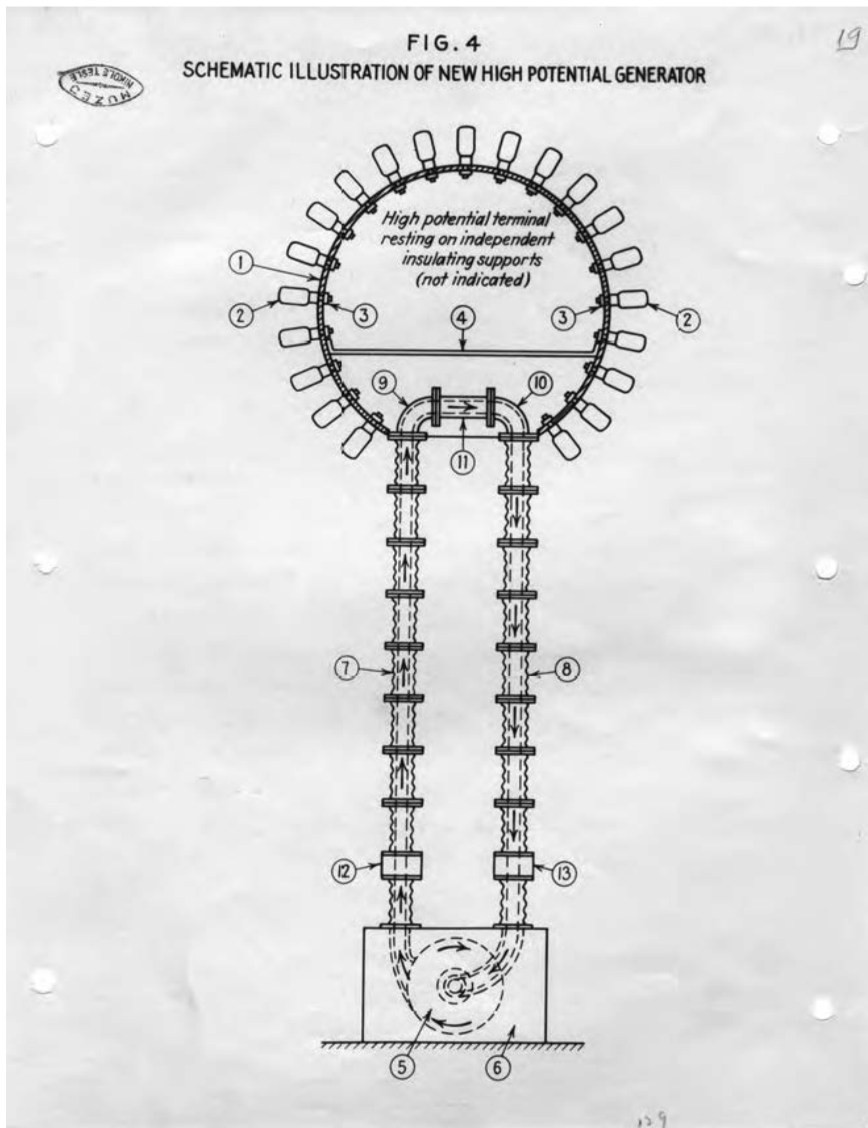


图 16.5　特斯拉用作粒子束武器的高能发生器示意图

关键部件：

5	特斯拉涡轮机或风机
7 和 8	空气管道
12 和 13	空气流被高压直流电电离的点
1	高压充电的球体
2	为球体增加电容量的排空玻璃灯泡

图片来源：NT, “The New Art of Projecting Concentrated Non-dispersive Energy Through Natural Media,” Fig. 4.

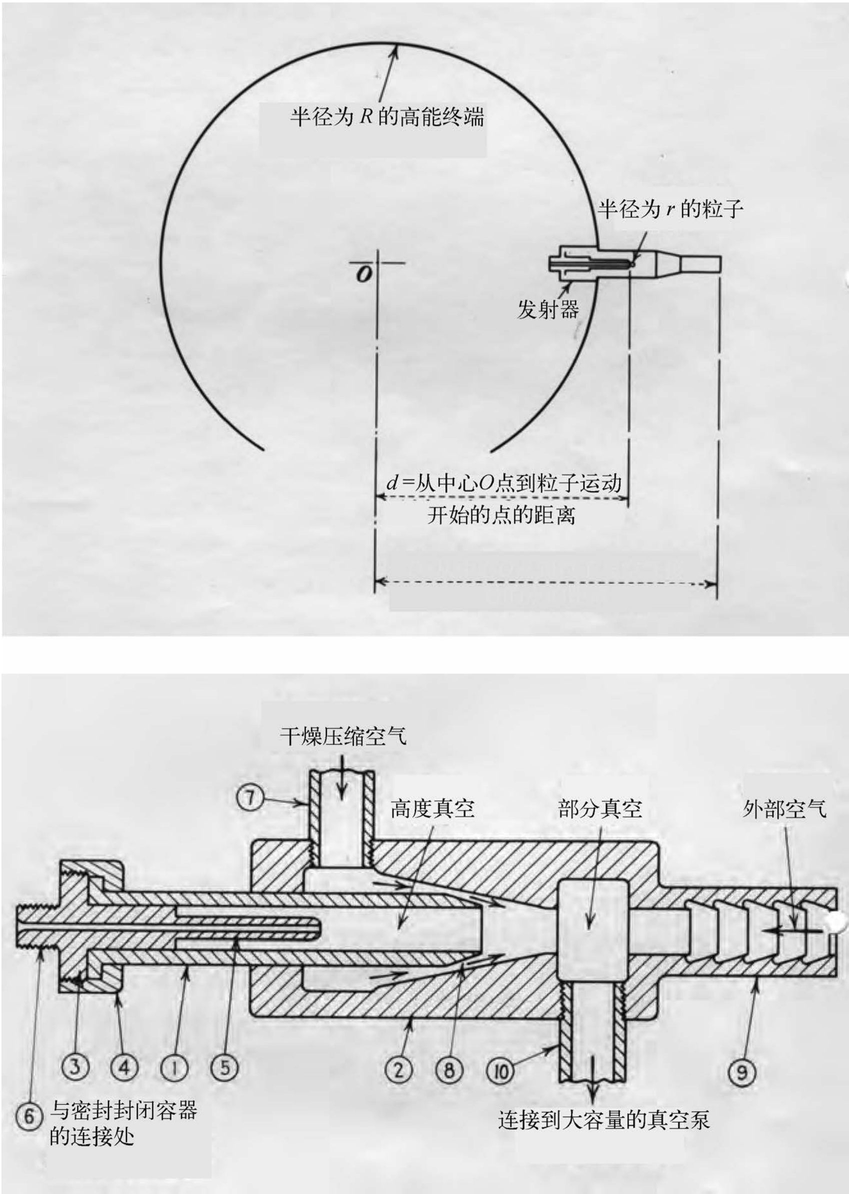


图 16.6　特斯拉计划用以从粒子束武器中发射高度带电的汞粒子流的发射器示意图

图片来源：NT, "The New Art of Projecting Concentrated Non-dispersive Energy Through Natural Media," Figs. 1 and 5.

特别是，现代粒子加速器使用大量能量来赋予像电子和质子这样的亚原子粒子很高的速度，但要加速特斯拉心目中的这种宏观粒子并使之传输任意距离，这需要更多的能量。正如特朗普得出结论说的："众所周知……这种设备，虽然对科学和医学有意义，但实际上并不能用无散射的粒子束把大量动力长距离传输。"[36]

事实上，保罗·纳辛（Paul Nahin）认为，为使特斯拉的粒子束武器满足英国空军部的哪怕只是让一个飞行员血液沸腾的要求，粒子束将必须传送超过 36 960 瓦的能量。为摧毁一支百万士兵的军队（就像特斯拉宣称他的武器能做到的那样），那需要 7.4 个 5 千兆瓦的核反应堆。显然这种武器所需要的能量会让人对其可行性产生疑问。[37]

尽管不切实际，特斯拉的粒子束武器在 1934 年宣布时还是引起了公众的广泛关注。特斯拉感觉这是一个机会，就联系了几国政府，并让一位品行可疑的蒂图斯·德博布拉（Titus deBobula）制定了新塔可能的样子的建筑设计图。德博布拉是一位匈牙利建筑师，他 19 世纪 90 年代在纽约遇到特斯拉，那时特斯拉"将这位年轻人纳入自己的保护之下"并帮他付了回匈牙利的船费。德博布拉后来返回美国，与一位女继承人结了婚，并开始从事建筑工作。然而，特斯拉和德博布拉很快于 1935 年分道扬镳，那时德博布拉试图向特斯拉借钱并让他参与把武器出售给巴拉圭的生意。然而，一些特斯拉迷相信德博布拉帮助特斯拉在曼哈顿 59 街桥地下设立了一个秘密实验室。[38]

特斯拉向之前曾借钱给他开发涡轮机的杰克·摩根兜售了粒子束武器。正如特斯拉在 1934 年 11 月向杰克解释的：

> 飞机已令整个世界非常沮丧，以至于在像在伦敦和巴黎这些城市里，空中轰炸让人们产生了精神上的恐惧。我已完善的新方法对这种和其他形式的袭击提供了绝对的防护。
>
> 你知道你父亲在我无线系统的开发上帮了我。他没有得到任何回报，但我相信如果他还活着，他会满足地看到我的发明被普遍应用。我仍然心怀感激地记得你本人的支持，虽然战争使我无从获得类似之前的成功……

> 我小规模实验过的这些新发现，已经让人印象非常深刻。最紧迫的问题之一似乎是伦敦的防护，我正在给英国一些有影响力的朋友写信，希望我的计划能马上被采纳。俄罗斯人非常急于保证边境安全以防日本入侵，他们正在认真考虑我给他们做的建议。我在那里有很多仰慕者，这特别是因为我的交流电系统的前所未有的应用。数年前列宁连续两次开出非常诱人的条件让我去俄罗斯，但我不能离开我实验室的工作。
>
> 言语无法表达我多么渴望能拥有跟那时手头所有的一样的设施，以及能有结清与你父亲和你的账务的机会。我不再是个梦想家，而是一个经历了漫长而痛苦的考验并具有丰富经验的实践者。如果我现在有两万五千美元来获得所需的设施并做出令人信服的演示，那么我就能在短时间获得巨大财富。如果我把这些发明抵押给你，你愿意预借我这笔钱吗？[39]

杰克·摩根拒绝支持特斯拉粒子束武器的工作，但特斯拉毫不犹豫地把他的粒子束用在了与纽约的酒店管理者们正在发生的财务冲突中。当被克林顿总督酒店的经理们要求支付 400 美元的账单时，特斯拉向他们提供了其武器的一个工作模型作为抵押。由于这个模型据称值 10 000 美元，经理们接受了特斯拉的提议，而我们的老先生就签了一张期票。然而，当特斯拉把模型交给酒店职员时，他严肃地警告说，如果这个盒子由未经许可的人打开，它会被引爆；职员实在是被吓坏了，就把模型藏在了酒店的后房地下室。[40]

与此同时，几个不同国家对其粒子束武器表示了关注和兴趣。听说特斯拉可能会把武器提供给日内瓦的国际联盟之后，美国驻意大利大使布雷肯里奇·朗（Breckinridge Long）警告说："如果特斯拉把秘密给了日内瓦，这就等于将之交到了欧洲六国手里，他们就会用粒子束代替枪来互相争斗。如果美国政府对之取得了控制，其他政府就会得不到，并且美国政府可以充当监护人。"[41]朗是一位职业外交家，曾与伍德罗·威尔逊一道帮助建立了国际联盟，但美国国务院无视他的建议，并接手负责特斯拉武器的事宜。

特斯拉接下来与苏联进行谈判。1935 年 4 月他与苏美贸易公司签署了一项协

议。1924年由阿曼德·哈默（Armand Hammer）成立的苏美公司，表面上在协调美国与苏联之间的贸易，但同时也在为苏联军队收集美国的科技情报。为了25 000美元的回报，特斯拉同意“提供相关方法和设备的设计图、工程规格和完整信息，用以产生高达5000万伏特的高压，在对空气开放的管子里产生非常微小的粒子，把粒子的电荷提高到高能终端的全电压，并把粒子发送到100英里或更远的距离。粒子的最大速度被指定为不低于每秒350英里”。苏联的科学家和工程师研究了特斯拉的计划并与他进行了进一步的通信，但我们不知道苏联是否在20世纪30年代测试过这样一个设备。[42]

当特斯拉与苏联达成协议时，他还提议以3000万美元把其武器提供给内维尔·张伯伦的英国政府。20世纪30年代中期，张伯伦试图通过对阿道夫·希特勒和德国采取绥靖立场以建立一个稳定的欧洲，他可能希望通过获得（或者甚至表面上获得）特斯拉的武器，来遏止希特勒任何进一步的侵犯性举动。因此特斯拉在1936年和1937年与英国政府进行了通信，但在1938年1月英国礼貌地拒绝了进一步开展此事。[43]

在进行全球谈判期间，特斯拉声称间谍试图偷取他的粒子束武器计划。曾有盗贼闯进他的房间并查看过他的文档，不过却空手而归。老人家向奥尼尔解释说，这是因为他没有把任何关键细节写在纸上，而是放在了脑子里。[44]

1939年第二次世界大战爆发后，特斯拉再一次尝试吸引美国政府资助其粒子束武器。在1940年84岁生日时，他宣布说他准备好与华盛顿一道推出一种新型的束武器——他的“远距离打击力量”（teleforce），它不是基于其无线电力发明，而是基于一个新原理。正如《巴尔的摩太阳报》报道的：

> 他说，这个束从直径上看只有一平方厘米的亿分之一，能由一个成本不超过两百万美元、建设时间大概三个月的特殊的站发出。他说，位于沿海战略位置的一打儿这样的站，足以保卫国家面对所有可能的空中袭击。
>
> 这个束能融化任何［飞机］发动机，不管是柴油还是汽油驱动的，

也能点燃飞机上的任何炸药。他宣称，不可能设计出针对它的防御，因为它什么都能穿透。

特斯拉告诉记者，他准备马上为政府工作，他的健康状况也良好。然而他也警告说，如果政府接受他的提议，“我不得不坚持一个条件——不能让我遭受任何专家的干扰。他们必须相信我”。毫不奇怪，特斯拉没有收到联邦官员的回应。尽管 FBI 的 J. 埃德加·胡佛收到了特斯拉最新计划的线报，但他似乎对老魔法师的预言无动于衷。[45]

平静去世与最后的幻象

尽管特斯拉宣称他感觉良好，但到 1940 年他的健康状况开始不行了。三年前，当他像往常一样在曼哈顿漫步时，他被一辆出租车撞到了。特斯拉拒绝治疗他受的伤，并且他也从未完全康复。特斯拉对饮食一直很挑剔，但现在他坚持严格的节食，先吃一点煮熟的蔬菜，然后就只喝一杯温牛奶。纽约人酒店的员工称他有“一种生机勃勃的气质和对个人健康的特别重视”，包括离人至少一米开外以免沾染细菌的习惯。南斯拉夫的尼古拉·特斯拉学会担心他的健康，从 1939 年开始给他每月 600 美元的养老金。[46]

到 1942 年，特斯拉的大部分时间是在床上度过的，思维活跃但身体虚弱。他遭受了一些衰老的状况；7 月，他让一个电报信差小弟把 100 美元交给马克·吐温（已于 1913 年去世），地址写的却是第五大道南 35 号——他旧实验室的地址。[47]特斯拉拒绝会见大多数来访者，但在外甥萨瓦·科萨诺维奇（Sava Kosanović）的请求下会见了南斯拉夫的流亡君主彼得二世。特斯拉还花了一些时间与来自堪萨斯州的一个名叫博伊斯·菲兹杰拉德（Bloyce Fitzgerald）的年轻人讨论了他的粒子束和其他发明。菲兹杰拉德学习过电气工程，并且从 1935 年开始就自己的反坦克枪与特斯拉进行了通信；一些特斯拉迷认为，菲兹杰拉德是被罗斯福总统私人任命来照顾生病的发明家的。[48]

特斯拉于 1943 年 1 月 7 日晚在睡梦中安静地死去，死亡证明上列出的死因是冠

状动脉血栓形成或心脏病发作。他的葬礼于 1 月 12 日在纽约的圣约翰神明大教堂举行，就像他父母的葬礼一样，仪式是由塞尔维亚正教会的几位著名司祭主持的。许多科学要人和两千名哀悼者出席了葬礼。出席葬礼者当中有同是无线先驱的埃德温·霍华德·阿姆斯特朗（Edwin Howard Armstrong）。他评论道："我想，像尼古拉·特斯拉这么有成就和想象力的人，人类需要很长时间才能再等到一个。"[49]

在接下来的日子里，罗斯福总统和埃莉诺·罗斯福、副总统亨利·A. 华莱士和几位诺贝尔奖得主先后发来了哀悼。纽约市长费奥里罗·拉瓜迪亚（Fiorello LaGuardia）通过无线电广播致了悼词。科萨诺维奇决定特斯拉的遗体应当火化，尽管在塞尔维亚正教传统中不会这样做。[50]

在特斯拉死后的几周里，美国政府随即开始担心起特斯拉的粒子束武器及其文档的内容来，这引发了后来积年的猜测——确实存在粒子束武器而政府故意隐瞒。[51]在 20 世纪 80 年代，依照《信息自由法案》的要求，FBI 公布了 250 页与特斯拉有关的文档，而特斯拉的狂热爱好者梳理了这些文档以求发现其中的阴谋。我在阅读这些文档时看到了一个有关贪婪和官僚政治的离奇故事，但没有发现阴谋。

在特斯拉死后的早上，科萨诺维奇去了特斯拉在纽约人酒店的房间，表面上是去看舅舅是否留下了遗嘱。当时身为中东欧巴尔干半岛规划委员会主任的科萨诺维奇认为，作为特斯拉的外甥，自己是他舅舅的文档和物品的合法继承人。陪同科萨诺维奇的有，其助手夏洛特·米扎尔（Charlotte Muzar）、博戈柳布·耶夫蒂奇（Bogoljub Jevtic）、鲍里斯·富尔兰（Boris Furlan）、肯尼思·斯威齐，以及无线电史学家乔治·克拉克（George Clark）。由于保险箱是锁着的，科萨诺维奇叫了一个锁匠打开它并改了密码。在酒店三个协理在场的情况下，科萨诺维奇等人检查了保险柜里边的东西，发现了特斯拉的爱迪生奖章和一个钥匙环。科萨诺维奇搬走了一些照片和 1931 年的生日信件册，然后又关上了保险柜。[52]

与此同时，亚伯拉罕·N. 斯帕内尔（Abraham N. Spanel）报告 FBI 纽约办公室的珀西·E. 福克斯沃斯（Percy E. Foxworth）说，局里应该检查一下科萨诺维奇和特斯拉的文档。斯帕内尔是一位企业家，出生于俄国并在十岁时移民到了美

国。20 世纪 30 年代，他在特拉华州多佛建立了国际橡胶公司，生产束腰带、胸罩、婴儿服装和橡胶手套。斯帕内尔是一位自由派民主党人，与副总统亨利 ·A. 华莱士联系紧密。斯帕内尔后来曾被保守的专栏作家维斯特布鲁克·佩勒格（Westbrook Pegler）指控为共产党。斯帕内尔警告福克斯沃斯，据说特斯拉非常不喜欢其外甥科萨诺维奇，科萨诺维奇会让敌人得到特斯拉的粒子束武器计划，并且副总统华莱士的一名助手告诉过自己，政府对特斯拉的文档极其感兴趣。[53]

斯帕内尔知道特斯拉的武器计划，是因为他与博伊斯·菲兹杰拉德很熟。在战争初期，菲兹杰拉德达成了一个把反坦克枪卖给雷明顿兵工厂的交易，但在没有告知菲兹杰拉德的情况下，斯帕内尔说服了雷明顿违背协定。相反，斯帕内尔安排菲兹杰拉德跟新奥尔良的希金斯船只公司开发反坦克枪，以便能让斯帕内尔得到 80%的利润。那么斯帕内尔为什么要把特斯拉计划的事告诉 FBI 呢？我猜测（仅仅是猜测），斯帕内尔不想让科萨诺维奇得到该计划，并希望菲兹杰拉德能看到这些计划以便他和菲兹杰拉德能开发出一个可卖给军事承包商的武器。[54]

斯帕内尔的担心呼应了菲兹杰拉德在 1943 年 1 月 7 日告诉 FBI 纽约办公室的情况，因此福克斯沃斯给华盛顿 FBI 局长办公室发了一个电报，问应该采取什么步骤。J. 埃德加·胡佛的两位助理局长之一的 D. 弥尔顿·拉德（D. Milton Ladd）认为科萨诺维奇不可信，并建议纽约办公室联系纽约州检察院，看能否以盗窃指控拘捕科萨诺维奇。然而与此同时，另一位 FBI 特工 L. M. C. 史密斯联系了外国财产监管局（OAPC）办公室；该机构之所以会对该案感兴趣，是因为尽管特斯拉是美国公民，但科萨诺维奇不是，因此现在文档是外国财产并且在必要时可以被政府没收。在 FBI 还有所顾虑的时候，让 OAPC 接手是一个完美的解决方案——文档不会落入科萨诺维奇之手（FBI 不喜欢他），FBI 也不用牵扯进来。正如另一位助理局长埃德华·A. 塔姆（Edward A. Tamm）总结的："L. M. C. 史密斯正在与外国财产监管局处理这件事，因此似乎无须我们掺和其中。"[55]

因此，OAPC 的沃尔特·C. 戈萨奇（Walter C. Gorsuch）去了纽约人酒店，并且查封了特斯拉卧室和毗邻的储藏室里的所有财产。这些财产，包括两卡车的材料，被送往曼哈顿仓储公司，在那里已经有特斯拉九至十年前存放的 80 个桶和捆

儿。为了确定其中是否有任何对战争来说至关重要的东西，OAPC 让约翰・G. 特朗普来检查这些文档。特朗普在麻省理工学院辐射实验室研究雷达，并且是一位高压发电机专家，由他来进行检查很合适。[56]除了特朗普，OAPC 还允许海军情报机关最优秀的特工之一威利斯・德维尔・乔治（Willis De Vere George）与两个士兵一道在场。[57]1943 年 1 月 26—27 日，特朗普检查了特斯拉的文档，而海军人员用微缩胶卷拍摄了他们感兴趣的文档。

在曼哈顿仓储公司翻查了两天文档并且没有找到感兴趣的东西之后，特朗普决定他们应当调查特斯拉留在克林顿总督酒店的盒子。到达酒店之后，特朗普及其团队被带到了后面的储藏室，酒店经理们在那里取出了盒子。回想起特斯拉的严肃警告，如果由未经许可的人打开，盒子就会爆炸，经理们立即离开了储藏室。陪同特朗普的特工也退后了，让他独自打开盒子。

特朗普回忆说，盒子包裹在牛皮纸里并被绳子捆着。当特朗普用小刀割开绳子时，他在想天气真好他本当在户外享受好天气。把纸移开，他看到盒子是抛光的木材做的，一看就是储存科学仪器的。特朗普深吸一口气，提起了带铰链的盖子，却发现里面是一个古老的电阻箱，采用惠斯通电桥技术来测量电阻的那一种。特斯拉从另一个世界抛出了最后一个幻象。[58]

基于对这些材料的检查，特朗普向 OAPC 报告说："我经过深思熟虑提出的意见是，特斯拉先生的文档和财产中并不存在针对迄今未披露的方法、设施或可能对这个国家有重大价值或在敌对者手中会构成危害的实际设备的科学注解或描述。我可以因此认为，不存在对该财产加以进一步监管的技术或军事上的必要。"因此，OAPC 把这些文档发还给了科萨诺维奇。[59]

当时科萨诺维奇正被深深卷入到南斯拉夫的政治当中（在战争爆发时他忠于国王彼得二世，不过在某时他转而忠于新领导人铁托元帅），他无暇处理特斯拉的材料。[60]然而，OAPC 刚一把文档发还给科萨诺维奇，纽约州税务部又把它们封存了，要封到特斯拉欠的税被付清。在接下来的七年里，这些材料一直放在曼哈顿仓储公司，月租是由夏洛特・米扎尔付的。[61]

1946 年 6 月，科萨诺维奇作为南斯拉夫大使回到了美国。在南斯拉夫政府或

特斯拉学会的资助下，科萨诺维奇聘请了一名律师，付清了特斯拉剩下的账单和欠税，并安排把文档从纽约运到贝尔格莱德正在创建的一家新博物馆。文档于 1951 年秋到达，而在 1957 年 2 月，米扎尔把特斯拉的骨灰带回了祖国。骨灰被安放在特斯拉博物馆的一个球形骨灰盒里——那是特斯拉最喜爱的几何形状。[62]

尽管特斯拉的文档最终去了南斯拉夫，但这并未阻止政府科学家对它们的兴趣。1945 年 10 月，FBI 收到了博伊斯・菲兹杰拉德的一个请求，菲兹杰拉德只是军队中的一个二等兵，却在俄亥俄州代顿市莱特机场领导一个绝密项目。该项目要完善特斯拉的“死光”，军方视之为“对另一国家原子弹进攻的唯一可能的防御”。菲兹杰拉德想要使用在曼哈顿仓储公司的特斯拉文档或海军情报部门的微缩胶卷，但 FBI 拒绝了，以完全官僚主义的做派称它无从知道关于另一情报机构可能持有的胶卷。根据 FOIA 文档中的一封信，海军和战略服务办公室的科学家可能花了一个月翻看这些胶卷，时间大概是在 20 世纪 40 年代。在接下来的 40 年里，无数人联系 FBI 关于特斯拉文档的事，该局的标准答复一律是它并无特斯拉文档。当政府科学家在 20 世纪 70 年代开始对可能包含核聚变方法的特斯拉的火球感兴趣时，他们再次问 FBI 特斯拉胶卷的事；奇怪的是，似乎没有人知道胶卷去哪了。在我看来，微缩胶卷的消失并不能使特斯拉文档中包含秘密武器计划的阴谋或“证明”成立，正如我的一个教授曾经说过的：“当笨拙足可以作为一个解释时，就不要假定里面存在阴谋。”[63]

冷战期间，美国和苏联在不同时间都研究过粒子束武器，他们相信能用之使来袭的核导弹失灵。最值得注意的是，在 1977 年，退休的空军情报主管乔治・J. 基冈将军（George J. Keegan）曾在《航空和空间技术周刊》上宣称，苏联在哈萨克斯坦东北部的塞米巴拉金斯克试验场正在建造大规模的带电粒子束。[64]尽管基冈的说法被吉米・卡特总统和科学专家完全否定了，但对可能的“死亡光束差距”的恐惧还是为美国天基光束武器研究的显著提速提供了政治动力。

在国防高级研究计划局（DARPA）的指导下，阿尔法（ALPHA）化学激光器项目工作开始于 1978 年，金瓜靶向系统（TALON GOLD）开始于 1979 年，而大型光学演示实验（LODE）开始于 1980 年。这些项目形成了罗纳德・里根在 1983

年公开宣布的战略防御计划（SDI）的基础。20世纪80年代，美国国防部向SDI中添加了几个项目，包括X射线和化学激光器以及中性粒子束武器；这让人想起了特斯拉“中国长城”的说法，SDI 武器意在创建一个摧毁敌人来袭导弹的“天幕”。当这些工作在进行时，政府科学家又一次问了FBI关于特斯拉文档的事，特别是，因为他们相信苏联已经研究了特斯拉在贝尔格莱德的材料，而对在美国的任何特斯拉相关文档的评估将能帮助洞悉苏联的光束武器项目。[65]

苏联解体后，美国武器专家参观了塞米巴拉金斯克试验场，却发现苏联根本没研制过光束武器，其所研制的只是核动力火箭。来自塞米巴拉金斯克的这一新信息使得美国科学家联盟的约翰·派克（John Pike）将基冈关于苏联粒子束武器的宣称称作“冷战期间的重大情报失误之一”。[66]由于从原理上说光束武器是可能的，美国军方可能还会继续进行研究；然而，跟在特斯拉时代一样，这些武器将需要巨量能量，并且在防止光束散射方面还存在难以克服的问题。[67]

尾声

> 我误解了特斯拉。我想我们大家都误解了特斯拉。我们认为他是一个梦想家和远见家。他有过梦想并且梦想成真了，他有过远见，但这些远见预见的是一个真实的未来，而非一个幻想的未来。
>
> ——约翰・斯通・斯通（John Stone Stone），1915 年

在死后的几十年里，特斯拉给我们留下了奇特的遗产。一方面，他对交流电的贡献获得了工程师们的普遍认可，1956 年“特斯拉”被采用为磁场通量密度的度量单位名称。另一方面，由于他对其发明所做出的各种丰富多彩的预言，特斯拉成为了大众文化中的符号。在这结束的章节里，我想不仅要反思作为大众文化符号的特斯拉，而更为重要的是，还要反思，关于发明的过程以及创新在经济中所扮演的角色，我们能从特斯拉身上学到什么。这样做，我们是在完成布里斯班 1894 年那个夏夜与特斯拉面谈时提出的任务：我们应当试图“深入了解这个伟大的新晋电气技师，并让美国人民对这个人的个性产生兴趣，从而他们或许可以更恰当地理解他未来的发明成就”。[1]

大众文化中的特斯拉

不同于同时代的爱迪生和马可尼，特斯拉从未进入 20 世纪下半叶的历史书。

事实上，他的交流电动机发明和在电磁波方面的开创性工作显然足以令他在一般性美国历史叙述中占得一席之地。而特斯拉在历史书中的缺席，部分原因是他未能创建起一个制造其发明的大的同名公司；在最近的特斯拉汽车公司创建之前，没有以特斯拉命名的相当于马可尼有线和无线或联合爱迪生的公司。正如我们所见，特斯拉不是从制造中寻求利润，而是倾向于遵循“专利–推介–出售”的策略。因此，没有像通用电气（视爱迪生为创始人）或美国无线电公司（基于马可尼专利）这样的大公司需要把特斯拉当作“创始人”推出来。西屋公司可能会把特斯拉放在这种位置，但特斯拉的关系主要是与乔治·威斯汀豪斯个人的，而不是与20世纪公司存续期间在经营公司的经理人的。

但20世纪后期的历史书中没有特斯拉的另一原因是，在冷战时期的美国他不是一个有用的人物。不像托马斯·爱迪生或莱特兄弟，特斯拉不是出生在美国，因此不能代表“美国佬的独创性”——美国人天生实干和擅长技术创新的流行观念。此外，由于多数人认为特斯拉是一位不使用理论科学开发其发明的神秘主义者，他很难被那些现代性的倡导者引证到，后者相信技术脱胎于大学或企业实验室中科学家所做的研究。也不像爱迪生或亨利·福特，这两人都被视为了解普通人需求并相应制造如电灯和电影、汽车等大规模生产商品的平常人，特斯拉看起来则显得女人气、精英主义，又有点古怪。[2]所以对于冷战期间的社会建制来说，特斯拉最好被忘掉——他只是个可以被忘掉的古怪的局外人。[3]

但也正是其局外人地位（他的神秘特质、他的不切实际的倾向，以及他从爱迪生和摩根这样的权威人物那里受到的拒绝），把特斯拉打造成了一个反主流文化英雄。人们怎么能不爱特斯拉关于免费无线电力、与火星交谈、机器人竞速、废止战争以及死亡射线的各种奇妙宣称呢？从20世纪50年代开始，一些怪兮兮的人推崇起特斯拉，大肆渲染其对星际通信的兴趣。例如，阿瑟·H. 马修斯（Arthur H. Matthews）声称他曾与特斯拉一道工作，并且魔法师教给过他如何建造一个“特斯拉望远镜”以便与其他星球上的外星人通信。马修斯还报告说，特斯拉其实出生在金星上，而他知道这个，是因为“金星人”在一次访问他加拿大家乡的过程中告诉过他。玛格丽特·斯托姆（Margaret Storm）不甘示弱，出版了一本以绿色

墨水打印的书，声称特斯拉是乘坐飞船从金星来的，陪伴他的是其“孪生光”（Twin-Ray），一只白鸽。斯托姆也有自己与外星人接触的特别的收音机。[4]

在 20 世纪 70 年代的能源危机中，特斯拉则成了自由能源运动的英雄。这个运动的拥护者相信存在传统物理学尚未充分定义的、可以借之利用宇宙中的能量的先进技术——这种技术通常是基于特斯拉的想法。自由能源研究者很严肃地对待特斯拉的口号：人类应当能够通过“把机器连接到大自然特有的齿轮装置”来利用能源。[5]这个运动的一些成员相信，是一个企业阴谋（可追溯至爱迪生和 J. P. 摩根）阻止了能源改善技术的开发或采用。受特斯拉启发的能源研究的一个例子是，罗伯特・戈尔卡（Robert Golka）为了产生人工球形闪电而在 1977—1988 年间尝试重现特斯拉的科罗拉多实验。戈尔卡及其他一些科学家相信，可以用这种火球来开发出能约束高能等离子体和启动核聚变的技术。[6]

为了把自由能源研究者和其他对特斯拉感兴趣的人士聚集在一起，科罗拉多斯普林斯的科学家和社区领袖在 1984 年组织了第一次特斯拉研讨会。在接下来的 14 年里，这帮人举办年度会议，发行会刊，创建博物馆，并建立了国际特斯拉学会。该学会一度在全球拥有 7000 名会员，但由于内部政治斗争，于 1988 年解散。在此后的 10 年里，特斯拉爱好者在特斯拉发动机建造者协会、纽约特斯拉纪念学会以及卡梅伦・B. 普林斯（Cameron B. Prince）的特斯拉世界网站中找到了自己的家园。[7]

特斯拉还吸引了新时代（New Age）哲学的信徒。作为一种另类亚文化，新时代思想被描述成“兼容东西方精神和形而上学传统，并收自助和动机心理学、全人健康、超心理学、意识研究和量子物理学”。[8]鉴于其个人魅力（身材高大、皮肤浅黑、相貌英俊、充满神秘）、其小时候开发意志力的努力，及其想来对心理现象的兴趣（但我认为这其实是与他对认知的唯物认识背道而驰的），特斯拉突然出现在新时代运动的来源和实践中也就不足为奇了。正如我们所见，他的一生正是一个培养和完善其“强烈而狂野的本性”（参见第十二章）的故事，在此过程中他学会了如何利用理性力量和想象力来做出发明；确实，我们也可以从心灵启蒙和个人发展的角度来解读特斯拉的大部分故事。[9]

反映特斯拉和新时代运动信念的一个体现是，一种紫色金属板，它据称能被用来导入正能量以解决身心疾病。金属板是由拉尔夫·博格特雷斯（Ralph Bergstresser）引入的，他在特斯拉生命的最后六个月认识了他，并随后基于特斯拉的一个专利开发了这种金属板。[10]结合科学和心灵信仰，这些铝板，按照一家供应商瑞士特斯拉学会的描述，拥有晶格结构，该结构被设计成“以与地球自身弥散在地表与电离层之间腔体的电磁场频率谐振的频率震动。这个场被称为舒曼谐振场，并……被认为与包含着任何生命形式正常运转、生长和演化所需的所有基本信息和能量的生物场（气、普拉纳、奥尔汞等）有关”。[11]

新时代运动对特斯拉的大部分兴趣反映了这样一个事实，即不是每个人都舒心于现代生活的合理性，特别是技术创新是由市场或科学的必然逻辑推动的这一假设。现在对一种新技术推出原因的标准解释是，它要么是对市场需求的响应，要么是科学发现的结果。尽管这两个因素都对技术有所贡献，但它们不一定对每个人都有意义；一些人愿意相信，新技术应当也反映一种文化中的价值观、梦想和愿望。技术在我们的生活中如此重要，对有些人来说，不能把它简单归结为市场或实验室中的非人性化力量。

对于这些人来说，特斯拉是一个受欢迎的替代选择。他揭示了对于技术来说在冷酷的经济或科学合理性之外还存在别的更多的东西。尽管学习的是工程专业，但特斯拉拒绝完全唯科学或市场马首是瞻。相反，他的发明来自内心，通过自己的发明，他试图为自己的生活和周围更大的世界定规矩。从这个意义上来说，特斯拉就像是一个艺术家或诗人，显然他的同时代人有时也是这样描述他的。因此，对于那些不想完全从理性的角度看待世界的人来说，特斯拉就是他们的榜样。用《哈姆雷特》中的话来说就是：“霍拉旭，天地之间有许多事情，是科学所没有梦想的呢。”（第一幕，第五场）。

我并不是说，新时代运动的拥护者主张物质和精神的二分法，并认为技术人员没有灵魂。[12]相反，他们当中一些人渴望的是一种物质与精神交相辉映的文化。而特斯拉，作为一个文化英雄，干净利落地消除了这种二分法：他通过触踏自己的内心世界而创造出了伟大的技术，并揭示了一个人可以把精神和物质

结合在一起。

一些企业已经认识到特斯拉代表了一种精神和物质的混合。这就是特斯拉汽车公司制造的电动汽车营销背后的本质所在：就像其名字所暗示的，他们已经找到了方法，其所生产的汽车既能与精神对话，这是就环保的意义上来说，也能照顾到人们的物质一面，这是就快、酷和高科技的意义来说的。公司网站上有一个朗朗上口的口号宣称："零排放，零内疚。"正如一位特斯拉汽车迷 2009 年在特斯拉汽车博客上所写的："我厌倦了全是豆芽和自行车的绿色革命。确实，特斯拉是吸引人的绿色……我的哲学是，你不是非得穿勃肯鞋，吃坚果和浆果，盘腿坐几个小时冥想……清洁环保的世界并不意味着我们非得退回到中世纪。"[13]

作为外星生命的支持者、自由能源运动的英雄和新时代运动的圣人，特斯拉已被证明是大众文化中一个富有吸引力的符号。他融合精神和物质，他挑战公司建制，他还在驰骋的想象中预见新技术和新世界。鉴于以上原因，尽管特斯拉可能在历史书中缺席，但在大众文化中到处都有他的踪影：在硬摇滚乐团中，在好莱坞电影如《致命魔术》中，在小说如《其他的发明》中，在话剧如杰弗里·斯坦利（Jeffrey Stanley）的《特斯拉的信件》中，以及甚至在视频游戏如卡普空的《黑暗虚空》的角色中。正如一位特斯拉汽车的发言人评论的："当你出现在针对十八岁男孩的视频游戏中时，你知道自己已在主流大众文化中占了一席之地。"[14]

特斯拉与颠覆性创新

但特斯拉远不只是美国大众文化中一个引人注目的符号，他还提供了关于技术创新本质的洞见，我们可以从中吸取攸关现在和未来的经验教训。

乍一看，这可能看似一个令人惊讶的说法，因为人们很容易把特斯拉当成是独一无二的——他是一个工作于一百多年前的非常古怪的发明家，那么现在的发明家、工程师和企业家可能从他身上学到些什么呢？21 世纪的创新不外乎科学前沿的迅速扩张、大型合作团队、风险资本和全球市场。在与现代经济有关的方面，像特斯拉这种天马行空的梦想家能教我们些什么呢？

为回应这种质疑，我们要回想一下熊彼特的经济增长是两种类型创新的结果的想法（参见第二章）。一方面，存在企业家和发明家们的创造性响应，他们引入了新产品、流程和服务，从而极大地改变了人们的日常生活并建立了工业世界的新秩序；如克莱顿·克里斯坦森提议的，这些可以被称为颠覆性创新。[15]另一方面，存在经理人和工程师们的适应性响应，他们承担了建立架构、创建流程和推广计划之类稳定而递增的工作，以确保产品和服务的生产和消费。显然任何经济的成功要仰赖颠覆性创新和适应性创新的恰当组合。

特斯拉引入了两个在 19 世纪末和 20 世纪初改写了美国经济的颠覆性创新。他 19 世纪 80 年代后期的交流电动机使得电气公用设施公司渴望从直流电转向交流电，这样它们就不仅能提供照明服务，还能提供能为工业和消费者所用的电力能源。交流电通过扩大电气公司所能提供的服务，让它们能扩展其系统，实现规模经济并从长期来说降低电力成本。同样重要的是，特斯拉引入了多相电力的概念；电气公司发现，以二相或三相来分配交流电，它们就能在更远的距离上高效地传输更多电力。简而言之，特斯拉的交流电发明对于把电变成可以大规模生产和大规模分配的服务来说是至关重要的；他的发明为我们今天生产和消费电力的方式奠定了基础。所以我们现在随处可见，特斯拉交流电动机的现代版本正在驱动家用电器、为工业机械供电，以及甚至带动笔记本电脑硬盘碟片的旋转。

无线电力是特斯拉自认为的第二次电气革命；使用这个技术，他相信自己将能绕开已有的电力、电话和电报有线网络。但正如我们所见，特斯拉无法完善他的系统，因为他在失去了摩根的支持之后无法募集到更多的资金，也因为他无法提出一个把电能注入地壳的方法。因此，马可尼无线电报的想法就被欧洲和美国的公司所追随。然而，我们也应记住，在马可尼努力开发点对点的无线电报的同时，一众其他发明家，包括李·德弗雷斯特、雷金纳德·费森登、约翰·斯通·斯通以及埃德温·霍华德·阿姆斯特朗等，也在为无线电广播的诞生做出了创新贡献。无线电并不是马可尼一人发明的，它是一个涉及包括特斯拉在内的各种人士的演化过程的结果。[16]

特斯拉从两个方面在无线电的演化中起到了至关重要的作用。首先，他提出

了关键的想法和设备，包括发射器和接收器接地的重要性、用以调谐设备的可调节电容和电感以及特斯拉线圈等，所有这些都被其他无线先驱所借鉴。正如他的竞争对手约翰·安布罗斯·弗莱明在1943年评论的，特斯拉"几乎是不经意地做出了一系列的设备，这些都被目标不是那么远大的其他工作者成功地采用了。假使他在专注于主要目标的同时能稍稍把注意力放在以他的发明天才随便都能做出的工具上，那么他对无线电发展的巨大影响将会更加显而易见"。[17]现在收音机、电视机和手机所用的原理都是从特斯拉调谐电路使之谐振于特定频率的想法变化来的。

其次，特斯拉对无线电演化的重要性还在于他激发（其实是刺激）了对手采取行动。特斯拉是最早研究电磁波的发明家之一，正如他同时代的约翰·斯通·斯通强调的，特斯拉"1891—1893年间在激发人们对这些现象的兴趣及明智地理解这些现象上做得比任何人都要多"。[18]正如我们所见，德弗雷斯特真正的灵感是来自特斯拉（尽管德弗雷斯特后来的行为妨害了特斯拉的努力），而马可尼及其同事也一直在关注特斯拉的动向。至少说来，特斯拉的无线对手不得不找出绕开他专利的方法——或者通过创新替代方法，或者通过在法庭上与他争斗。

特斯拉与发明的过程

审视特斯拉发明了什么（交流电动机和无线电力）是有用的，但甚至更为重要的是，去审视一下他是如何发明出这些颠覆性技术的。他创造性风格的两面（理念和幻象）都为希望开发出类似大胆创新的发明家、工程师和企业家提供了洞见。在工程学院和商学院，学生们被教导如何客观分析机器和系统的性能、估算消费者的需求，以及基于他们的测算来创造新设备——也就是做出熊彼特所说的适应性创新。相比之下，对于另一种创新，熊彼特的创造性创新或克里斯坦森的颠覆性创新，我们（作为历史学家、企业家或政策制定者）实际上知道些什么呢？这些创新是从哪里来的呢？颠覆性创新只是来自像天才和运气这种神秘不可知的力量吗？如何利用颠覆性技术使之对公司、经济和整个社会产生积极影响呢？这些

都是特斯拉的故事可以帮助回答的问题。

特斯拉的伟大之处在于他愿意特立独行地思考。例如在电动机中，多数其他研究者都在操心如何使转子磁极方向发生变化，特斯拉则提出了如何在定子中创建旋转磁场（参见第二章）。如果所有人都在敲前门，那么特斯拉建议的一个方向就是，走到房子后边去看看是否有后门。

然而要发现后门，你需要培养广泛的想象力。你需要愿意继续扩展奇思妙想，在想象中浮现出整个机器和整个社会，而不只是其模糊影子。不是我们每个人都能像特斯拉那样把想象力用到这个程度并创建清晰的视觉图像（让我们接受这一点，他有一个不得不发展想象力的不寻常的童年），但我们需要培养，至少是容许，广泛探索的想象力。如果我们不在想象中寻找机会，我们又怎能哪怕只是开始去发现特立独行的想法或理念？

然而按特斯拉的描述，想象力只是认知过程的一半：它只是发明家本性中“狂野”的一面，但还有“强烈”的一面（参见第十三章）。尽管大量通俗文学会歌颂尤里卡时刻，但特斯拉发现，洞见、直觉或预感必须在头脑中通过严谨的思考和分析来完善。特斯拉在 1921 年描述其创造性过程时谈到了这个完善的阶段：

> 这里是我自己方法的简短描述：在体验到要发明某个特定东西的渴望之后，我会在头脑中使这个想法盘桓数月或数年。每当我有了点感觉，我就在我的想象中漫游并思考这个问题，也不需要刻意专注。这就是孵化期。
>
> 接下来就是直接努力的时期。**我仔细选取我正在考虑的问题的可能解决方案，并逐渐把思想集中在一个窄的研究领域上**。现在，当我有意只以特定特性考虑问题时，我会开始感觉到我就要得到解决方案了。而奇妙的是，如果我这样觉得，**我就知道我真的解决了问题，并且应当是得到了我追求的东西**［强调为引者所加］。[19]

特斯拉“强烈”分析的一个小而明显的线索是，在他第五大道南的实验室里有“一块小黑板，挂在墙上并且有使用过度的迹象。板上有几处黑色都磨掉了，

其余地方全是数字和神秘的记号”。[20]特斯拉不是在板上画他的愿景，而是运用他所知道的数学来磨砺和锐化其正在头脑中成形的理念。对于特斯拉来说，理念不是一下子就变得成熟，而是两种认知活动的结果：在想象中漫游和仔细检查可能的方案。要是没有这两个活动之间有着强烈张力的协同作用，我怀疑特斯拉将发明不出任何东西。

在我们今天思考创新和设计时，我们倾向于把想象和分析完全一分为二。我们假设发明家主要是用想象力工作，而工程师主要依赖来自科学和数学的严格的分析技术。我们很少承认，对于颠覆性技术的开发来说，两种活动都需要适度运用。我们需要梦想，也需要依据科学理论以及可用的材料和技术来批判性地评估梦想。[21]

一方面发明家必须自己在头脑中让想象和分析之间维持强烈的张力，另一方面支持者和赞助人也能帮他们在两者之间维持实用的平衡。特斯拉在交流电工作中非常幸运地是有查尔斯·佩克和艾尔弗雷德·布朗这样的支持者。这些人鼓励特斯拉追逐其关于交流电动机的想法，但同时还给年轻的发明家提供了关于实际上什么可行和什么会吸引可能投资或购买其专利的商人的宝贵反馈。特斯拉是火镰，佩克和布朗则是与之相撞的燧石，撞击之下，特斯拉天才的火花就点燃了突破性成就之火。

对特斯拉来说，最大的“假如”是，假如佩克没在1890年去世会发生什么。以佩克的商业头脑，特斯拉会得到所需的指导以将其无线电力的想法形塑成一套强大的专利并进而开发出可用的产品或服务吗？无线电会向照明和电力应用的方向（而不是实际出现的向通信应用的方向）发展吗？不幸的是，特斯拉后来的支持者爱德华·迪安·亚当斯和J. P. 摩根都不能与他紧密工作以形塑其发明。没有像佩克这样的人给出鼓励和批评性建议，特斯拉被其无线电力理念之美迷住了，使他不会倾向于调节其理念以兼容实际和商业的考虑。

从特斯拉和佩克身上可以吸取的经验教训是，我们需要理解和领会发明家和企业家如何打造出有助于平衡想象力与分析的相互关系：商人使发明家的梦想“接地”于已有的商业实践和期望，但同时发明家也“启发”商人看到技术中新的可

能性。亚历山大・格雷厄姆・贝尔与他岳父加德纳・哈伯德（Gardiner Hubbard）之间存在这种关系，托马斯・爱迪生与西部联合的威廉・奥顿之间也是如此。但对于蒸汽机先驱詹姆斯・瓦特与马修・博尔顿（Matthew Boulton）之间的关系，或者在苹果电脑早期史蒂夫・沃兹尼亚克（Steve Wozniak）和史蒂夫・乔布斯与迈克・马库拉（Mike Markula）之间的关系，我们则也应当要问同样的问题。[22]要把想法变成颠覆性技术，发明家必须不只是在自己的头脑中，还要在与支持者的关系中平衡想象力与分析。

在思考发明家如何与支持者互动时，现在是时候让我们把主题从理念转向幻象了。我得到的印象是，即使对于像特斯拉这样的发明家，要完全掌握一个理念也是非常困难的；在任何特定时刻，一个人可以在脑海中设想理念的某些方面，但不一定是理念的全部。发明家学会了如何绕过这个困难，在实际中甚至会利用自己心智模式中的歧义来做出替代设计。[23]但在与他人分享理念时，发明家必须要正面面对这个问题：如果他们不能全面了解理念，他们怎么能把它转达给朋友、赞助人、专利审查者和客户呢？在特斯拉的情况中，我们看到他诉诸图像、隐喻和故事——我在本书中称之为“幻象”。幻象不是欺骗，而是逼近。幻象是理念如何挣脱一个人的头脑而进入另一个人的头脑的方式。理念、想法或发明不会被传播，除非你愿意讲一个关于它的故事，一个另一个人感到有趣和有说服力的故事。[24]

特斯拉生活中的一个重要转折点是在 1887 年把锡罐电动机转变成哥伦布蛋演示装置。锡罐电动机让特斯拉非常兴奋，因为这是他理念的物理实现，但这个电动机对于佩克和布朗来说什么都不是。为了让他们或多或少看到这个理念，特斯拉不得不让它穿上哥伦布故事的外衣，并为他们创建了一个非常有说服力的愿景。通过这个蛋装置，特斯拉为其支持者创建了一种充满可能性的幻象；是的，这个电动机可能是电气工业想要的东西。于是佩克、布朗和特斯拉一道使用专利、技术媒体报道、演讲及实验室演示来创建更多的幻象，以有效地把特斯拉的电动机跟当时电气工业的需求和目标关联起来。通过这种巧妙的推广，佩克、布朗和特斯拉让公众对电动机产生了如此的浓厚兴趣，以至于他们得以说服威斯汀豪斯签署了一份利润丰厚的合同。

在很大程度上，商业推广策略就是幻象的灵活运用。推广者必须要能让人们兴奋，愿意投资，但又不怀疑。发明必须落在可行与不太可能之间的恰当的点上。如果完全可行，那么这个发明就可能不是全新的，因而不是非常有价值；同样地，如果推广者言过其实，让发明看起来好得让人难以置信，那么投资者可能会认为风险太大而不会投资。因此，把幻象用对（要令人兴奋但又同时可行），对特斯拉及其支持者来说是个真正的挑战，而当代发明家和企业家在寻找投资者时无疑也面临着同样的挑战。

在这种语境下，显然发明家不仅需要关注技术领域中正在发生的事，还需要把握文化的脉搏：什么让人们兴奋？什么是当今的燃眉之急？人们有什么样的可关联到一个发明的需求和梦想？从这个角度看，特斯拉与罗伯特・安德伍德・约翰逊和马克・吐温成为朋友是讲得通的，因为他们两人都在仔细观察当进入 20 世纪时美国社会的走向。这让我想起特斯拉在 1899 年从科罗拉多发给纽约的舍夫的一封信，问他日报上都在流传什么样的故事；在山中感到与世隔绝的特斯拉急需这些文化主题来形塑幻象。[25]

对于发明家及其支持者来说，处理幻象需要相当的技巧，因为他们需要控制好一个幻象应当有多大。他们应当把发明关联到行业的特定的和直接的需求吗？[26]他们应当声称一个发明将会改变整个行业吗？或者他们应当借助于更广泛的文化愿望吗？在电动机的情景中，特斯拉及其支持者紧贴电气工业的需求和期望，成功地获得了西屋公司的合同。然而，随着特斯拉成熟起来和受到朋友的影响，他逐渐为其发明建构了更宏大的幻象——其无线控制船将废止战争，其无线电力系统将彻底改变通信和整个社会，其涡轮机是“完美的旋转发动机”，如此等等。

对这些宏大的声明的一种看法是，特斯拉只是被成功冲昏了头脑。另一种看法则是，他让自己被媒体中的朋友如 T. C. 马丁和约翰逊过度影响了。[27]但我们也可以问一个假设的问题：要是特斯拉只是采用中规中矩的幻象，在 19 世纪 90 年代中期会有人注意到他的发明吗？在某种程度上，特斯拉是在响应其所处的“黄色新闻”时代。当纽约各大小报在 19 世纪 90 年代争夺发行量的时候，他们寻找带有夸张说法的故事，并且随着一次又一次的复述，说法被进一步夸大了。[28]因

此，特斯拉幻象的规模既是其个性的产物，也反映了那时大众文化成形的方式。

特斯拉与创造的冲动

理念和幻象可以告诉我们很多关于发明者如何做出发明，以及关于创造颠覆性技术的过程。但我们也有理由询问发明者为什么要发明。这毕竟是一本传记，你有权询问动机。

我在这里将要关注的不是找出激励各类人等创造力的是什么，而是搞清特斯拉所代表的这类个案：这类人为什么要不嫌麻烦地去创造颠覆性技术呢？要开发颠覆性技术，必须要冒重大风险，追求新的设备和商业实践，并且尽管个人和财务回报有时会很大，但没有必胜的保证。而且在早期阶段，很难辨别哪一种颠覆性技术会有前途，以及是什么构成了发明家或公司需要予以控制以便从中盈利的关键创新。因此，许多有才华的工程师和企业家选择响应现有市场需求的更安全的技术开发道路，也就不足为奇了；在那里，你可以计算胜败的几率，并将机会转化为可管理的风险。特斯拉不止一次地告诉采访者，他本来可以选择更安全的道路，并通过开发几个有现成需求的发明来赚大钱，但他还是选择了追随更宏大但也更困难的挑战。

对各领域的颠覆性创新的一种常见解释可能就是所谓的“局外人论证”。身处现有社会、政治和经济层级结构之外的人选择创新，有时是为了进入层级结构，有时是为了挑战现状，有时则是同时为了这两个目的。作为局外人，这些有创造力的人看事物的方式与层级结构内的人不一样，他们没有什么可输的，但一旦成功，获益则无限大。

局外人论证显然可以适用于特斯拉。19 世纪后期美国电气工程界主要是由英国、德国或荷兰血统的土生土长的新教徒组成的，而特斯拉是一个斯拉夫移民（一个塞尔维亚人），并且其正教宗教背景明显不同于主流的美国新教。同样，也有线索表明其异性恋同僚对特斯拉被同性所吸引感到不舒服。而正如我们所见，特斯拉没有采用正在兴起的用科学论文记录研究成果的专业规范，而是采用了大胆的

公开演示和生动的报纸采访这种更惊人的实践。特斯拉被同时代人视为局外人的一个标志是，有故事说，爱迪生在雇佣特斯拉后不久，曾问他是否真的是食人族。[29]

虽然局外人论证能说明一些问题，但它不能完全解释特斯拉现象。确实，特斯拉是一个想在电气工程行业和纽约上层社会谋得一席之地的局外人，但到 1894 年他在德尔莫尼科接受采访时，他已获得了想要的地位和尊重。在那之后是什么让他继续下去的呢？我们已经完全知悉是什么让他奋进不止了吗？

通过其发明，特斯拉试图重新定义周围世界的秩序。在交流电动机中，特斯拉笃信旋转磁场的理念，即使那个理念要求把两根导线改为四根甚至六根，把交流电系统的频率从 110 转改为 60 转，甚至要求建造能产生和分配二相或三相电力的全新的系统。对于特斯拉来说，旋转磁场的理念是如此强烈，以至于他不能改造理念以适应世界，而是要重塑世界以为其理念让出空间。以类似的方式，特斯拉也期望人们能发现其无线电力计划是如此美好，以至于他们会离开已有的有线系统而转向他的新理念。

那么特斯拉是如何发展出这种重塑世界以适应其理念的渴望的呢？为什么他甚至会相信那是可能的呢？我认为这种渴望源于他小时候为应对恐惧而发展想象力的方式。从小时候开始，特斯拉就在几个层面上面对着一个恐惧而无序的世界：作为塞尔维亚人，他的家庭和亲戚都是在奥地利军事前沿克拉伊纳的异乡异客；他的家庭遭受了失去长子戴恩的创伤；而特斯拉自己则遭受了可怕的影像和噩梦。正如我们所见，特斯拉通过发展意志力并将之用于控制想象力来应对这种无序。小特斯拉并没有被可怕的影像所控制，而是学会了引导其想象力使他能够克服噩梦并进行愉快的精神之旅。

在能够掌控其想象力之后，特斯拉就将这个新天赋应用到了发明之中，这引发了重大的情绪上的后果，并把他带到了生命中的另一个重大转折点。既然他能在想象中飞行，那么他也想知道，为什么不能在现实生活中飞行；因此，他在 12 岁时实验了由真空泵提供动力的飞行器的建造。再没有什么比看到自制的泵可工作更能让特斯拉兴奋的了，因为即使轻微的运动也证实了他的想象能在物质世界中成真，以及想象世界与物质世界确实是相连的。换句话说，如果特斯拉能够想

象一个有序的世界，那么他也应当可能在物质世界实现那个秩序。这是发明的强大动机。

想象中的秩序能映射到物质世界的发现被特斯拉从父亲的正教信仰中吸取的关于逻各斯的信念强化了，也就是说，不只是物质宇宙是有序的，而且其中的一切（自然的和人造的）背后都存在可被人发现的基本原理。从其宗教背景中，特斯拉学到，存在他应当发现并应用于物质世界的理念。终其一生，他努力完善他所有的能力（心智的、身体的和精神的），以便他能完美地像一件乐器一样来探测那些理念。

这样我们又回到了熊彼特的主观理性和客观理性的概念。典型的工程师和经理人使用客观理性，在其中他们依赖来自外部世界的度量：秩序就“在那里”，而他们只需找出其中的模式。相较之下，对于发明家和企业家来说，秩序来自内心，而他们试图将此秩序应用于外部世界。当发明家和企业家试图将内部秩序强加于外部世界时，新想法和新的颠覆性技术就出来了。对主观的思想者来说，箭头从内指向外，而客观的思想者看待世界的方式完全相反。特斯拉的崇拜者肯尼思·斯威齐在 1924 年给特斯拉写信时是这么领会主观与客观的区别的：“我看到成名的工程师嘲笑你的想法，并暗示你的思想状态不平衡——但思想必须要有点不平衡才能克服轻浮热情的势头或消极保守的惯性。这些家伙平衡得如此好，以至于他们能以始终如一毫不动摇的速度转啊转啊转啊，也使得离心运动——一颗新卫星［即一个发明］诞生背后的能量和动力——不可能发生。”[30]

那么为什么特斯拉试图将内心的理念强加给外部世界呢？为什么要进行这种斗争呢？尽管每个发明家和企业家的情况无疑会有所不同，但特斯拉是把试图重塑世界当作一种补偿内心的无序感的方式。特斯拉对于自己“强烈而狂野的本性”（其分析和想象力）非常有自信，然而在其整个成年生活中他可能还是感觉到了内心的无序。正如我们所见，他在某一天可能会非常迷人和好交际，而在另一天可能就会沉默寡言郁郁寡欢。同样地，特斯拉会有精力充沛热情洋溢的时期，但紧跟着可能就是抑郁期。并且不管对特斯拉被男人所吸引作怎样的解读，他的性感觉可能在很大程度上造成了内心的混乱。因此，特斯拉被内心的无序驱使去发明，

去将理念强加给物质世界以回应内心的无序感。如果他能让外部世界与来自内心的理念一致，他就能再次为宇宙中存在意义找到些许证据。

在无线电力上，特斯拉尤其是被驱动着将其愿景强加给物质世界。他真的相信他已经发现了仅次于终极理念的理念，或者如他曾告诉摩根的，哲人石。基于他在科罗拉多收集的确认证据，他完全相信他的系统是可行的。在接下来的年头里，特斯拉不再担心其理念的有效性，而是专注于把幻象弄对。只要他像个百万富翁一样住在华尔道夫，有 J. P. 摩根的支持，获得充足的新闻报道，并且工作于令人印象深刻的沃登克里弗实验站，那么就万事大吉。一个魔法师担心的是在观众心目中创建正确的幻象，那么就这个意义上来说，特斯拉也多少成了一个魔法师。沃登克里弗实验一定行得通，因为他从来都不会错；他在脑海中所看到的一定能映射到外部世界。但在沃登克里弗，幻象走到了理念前边，而在无法把握他心目中系统应该的工作情况与大地的实际响应之间的脱节时，特斯拉遭受了精神崩溃。

对于特斯拉来说，他揭示理念和找到必要的幻象把理念传达给他人的能力，是他最大的优点，但也是他最大的缺点。在交流电动机和其他发明中，特斯拉在头脑中和在与社会的互动中都成功地平衡了理念和幻象。而不幸的是，在无线电力中，特斯拉为他美丽的理念陶醉了，也被幻象分散了精力；他没能在两者之间找到平衡。正如特斯拉曾经评论的："我们的优点和缺点是不可分割的，就像力与物质。当把它们分开时，人也就不再为人。"[31]

在沃登克里弗事业的顶峰时，特斯拉向摩根写信说："我的敌人已经成功地把我树立成诗人和梦想家。"[32]他的敌人指责他没有解决与这个项目有关的商业和技术问题，并且他们或许是对的。但是我们不应当因为他们的抱怨而看不到在颠覆性技术方面特斯拉所教给我们的。全新的技术来自内心，来自辨别理念并将之与社会的需求和期望相关联的意愿。特斯拉提醒我们，就像诗人一样，技术人员需要认真思考但也要大胆梦想。只有两者都做到，我们才能像特斯拉那样用技术在尘世创造出些许天堂。

资料说明

为发明家立传的乐事之一是，你有机会接触范围广泛的材料，从情书和日记到笔记本、草图和模型，再到商业和法律记录的林林总总。为建立本书中所呈现的特斯拉形象，我已把这些材料交织到了一起，并且我想在此着重提出那些最有用的资料，以便未来的特斯拉学者的研究工作能够快速上手。

未来特斯拉研究的黄金国在塞尔维亚贝尔格莱德的尼古拉·特斯拉博物馆。正如我在第十六章所述，所有被外国财产监管局没收的资料都在 1951 年交到了南斯拉夫人民手中，他们继而创建了这家博物馆。藏品不仅包括 160 万页通信和技术笔记，还有特斯拉的衣服、个人物品和一些科学制品。关于博物馆藏品的详细描述，参见：Marija Šešić, ed., *Nikola Tesla Museum, 1952–2003* (Beograd: Nikola Tesla Museum, 2003). 在两次访问特斯拉博物馆的过程中（1998 年和 2006 年），我得以接触特斯拉的剪贴簿、公开的法定证据和个人藏书。多年来，博物馆很大方地跟我分享了文档和照片，我也希望博物馆在未来能开放更多的馆藏手稿。

为了补充从特斯拉博物馆所得的资料，我查阅了美国和欧洲的各种文献档案，它们列于本节的最后。我在利兰·安德森和肯尼思·斯威齐的文档中找到了非常有价值的材料，他们两人都在写作关于这位魔法师的文章的过程中花费了数十年时间查找与特斯拉有关的材料，两位先生都想为特斯拉立传。20 世纪 60 年代，美国国会图书馆希望获取去了贝尔格莱德的特斯拉文档的完整微缩胶卷，但南斯拉夫档案保管者只做了七个测试胶卷。不过这些胶卷提供了特斯拉与乔治·威斯

汀豪斯、J. P. 摩根、罗伯特·安德伍德·约翰逊、乔治·舍夫以及马克·吐温之间的大量丰富的信件。哥伦比亚大学的收藏包括了特斯拉、约翰逊和舍夫之间另外大量的信件。另一个值得一提的收藏是特斯拉在 1893 年尼亚加拉电力系统计划期间写给爱德华·迪安·亚当斯的信件，这些是美国国家电网的纽约西部收藏的一部分。关于特斯拉粒子束武器的信息，我依赖的是 20 世纪 80 年代在《信息自由法案》要求下公布的 FBI 文档；我所使用的版本可以在 http://www.scribd.com/ 检索“Freedom of Information Act file for Nikola Tesla, Federal Bureau of Investigation”得到。作为我对这些手稿收藏的研究的补充，亨利·福特博物馆和伦敦科学博物馆保存了许多跟特斯拉有关的电动机。

在写作关于 19 世纪发明家的过程中，你能有幸依靠相关专利材料来深入了解其创造过程。特别是，我很幸运在特斯拉博物馆找到了特斯拉关于其交流电动机工作的 1902 年证词。此外，利兰·安德森出版了特斯拉跟与雷金纳德·费森登的专利滋扰案有关的证词，以及特斯拉在与马可尼的案子中的 1906 年证词。这三份证词的文献信息可见注释。特斯拉美国专利的副本可以很容易地在谷歌专利（Google Patents）中下载，不过吉姆·格伦（Jim Glenn）出版过一个全集（New York: Barnes & Noble, 1994）。如果你希望查阅特斯拉专利的法律细节，你应当参阅：John T. Ratzlaff, *Dr. Nikola Tesla Selected Patent Wrappers from the National Archives*, 4 vols. (Millbrae, CA: Tesla Book Company, 1980).

多年来，特斯拉博物馆出版过多卷特斯拉的一手材料。其中最有价值的是特斯拉的科罗拉多斯普林斯笔记（2008），博物馆也出品过他在斯特拉斯堡和爱迪生机器厂工作时的早期笔记的摹真本；同样，这些笔记的完整文献信息可以在注释中找到。另一个重要的一手材料是特斯拉的自传，它首次出版于 1919 年，但已被广泛转载和发表在万维网上。我使用的是本·约翰斯顿（Ben Johnston）编辑的版本（Williston, VT: Hart Brothers, 1982）。

仅次于手稿资料和专利证词，对我研究最有价值的资料是伊沃纳·武约维奇（Iwona Vujovic）在柳博·武约维奇博士（Ljubo Vujovic）的支持和鼓励下整理的 *The Tesla Collection: A 23 Volume Full Text Periodical/Newspaper Bibliography*（New

York: The Tesla Project, 1998）。正如书名所示，这部资料汇编收罗了数千篇与特斯拉有关的文章，是从大量美国报纸、杂志和技术期刊中拣选出来的。它涵盖的年份是 1886—1920 年，并且就我所知是全面完整的，很少有在这 23 卷中找不到的有关特斯拉的已出版物。得以获得这部资料汇编，让我的研究大为改观。另一项有帮助的收集特斯拉相关材料的早期努力，可参见：John T. Ratzlaff and Leland I. Anderson, eds., *Dr. Nikola Tesla Bibliography* (Palo Alto, CA: Ragusan Press, 1979).

就像任何其他传记一样，我靠已出版的有关特斯拉的书籍来获得资料和线索。正如在第十一章提到的，第一本特斯拉传记出现于 1894 年，是由其编辑朋友 T. C. 马丁准备的（*The Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla* [repr., New York: Barnes & Noble, 1995]）。这首本传记包含了特斯拉关于交流电动机和早期无线工作的著名演讲。1943 年，约翰 · 奥尼尔出版了第二本传记《唯有时间能证明伟大》（*Prodigal Genius: The Life of Nikola Tesla* [New York: Ives Washburn, 1944]）。奥尼尔是《纽约论坛报》的科学编辑，也是特斯拉的个人朋友。奥尼尔选择把特斯拉描绘成具有不可思议神秘力量的尼采式的超人。这本传记虽然有用，但也让人生气，因为跟许多关于特斯拉的书一样，它缺少注释。玛格丽特 · 切尼（Margaret Cheney）写过两本传记，一是《被埋没的天才》（*Tesla: Man Out of Time,* 1986），二是与罗伯特 · 乌特（Robert Uth）合著的《特斯拉：闪电的主人》（*Tesla: Master of Lightning*, 1999）；两者都是很受欢迎的特斯拉评传，后者还包含了丰富的插图。1996 年，马克 · J. 赛费尔（Marc J. Seifer）出版了 *Wizard: The Life and Times of Nikola Tesla*（New York: Birch Lane Press）。赛费尔在各种档案中发现了新的特斯拉信件，并将其中许多逐字收录在了他的书里。在书中，赛费尔专注于戏剧性地再现特斯拉与诸如罗伯特和凯瑟琳 · 约翰逊、马克 · 吐温以及约翰 · 雅各布 · 阿斯特、J. P. 摩根等知名人物的关系。丹 · 马尔基奇（Dan Mrkich）的 *Nikola Tesla: The European Years*（Ottawa: Commoners' Publishing, 2004）提供了特斯拉成形期的新信息，但因缺少注释，需要小心使用。最后要注意，另外还有许多流行的特斯拉传记和小说，它们经常是基于奥尼尔版的传记，并在继续传播着许多关于特斯拉的误导观念。

文献档案

American Philosophical Society, Philadelphia, PA

Elihu Thomson Papers

Bakken Museum, Minneapolis, MN

Miscellaneous manuscript collection

Columbia University Library, Rare Books and Manuscript Library, New York, NY

Nikola Tesla Papers

Deutsches Museum, Munich, Germany

Jonathan Zenneck Papers

Federal Bureau of Investigation, Washington, DC

Freedom of Information Act file on Nikola Tesla, available at http://scribid.com

Harvard Business School, Baker Business Library, Boston, MA

R. G. Dun & Co. Collection

Henry Villard Papers

Houghton Library, Harvard University, Cambridge, MA

Corinne Roosevelt Robinson Papers

Henry Villard Papers

Henry Ford Museum, Dearborn, MI

Westinghouse Motor Collection

Benson Ford Research Center, Henry Ford Museum, Dearborn, MI

Tesla to George S. Viereck, 17 Dec. 1934

Trade Catalog Collection

Institute of Electrical and Electronic Engineers, Archives, Piscataway, NJ

Biographical Files

Institution of Electrical Engineers, Archives, London, UK

A. P. Trotter Reminiscences

Library of Congress, Manuscript Division, Washington, DC

Elmer Gertz Papers

Richmond P. Hobson Papers

Nikola Tesla Microfilm

National Museum of American History, Archives Center, Smithsonian Institution, Washington, DC:

George Clark Radioana Collection

Lloyd Espenshied Papers

Kenneth Swezey Papers

National Museum of American History, Dibner Library, Smithsonian Institution, Washington, DC
    Manuscript Collections
New-York Historical Society, New York, NY
    Edward P. Mitchell Papers
    Naval History Collection
New York Public Library, Manuscripts and Archives Division, New York, NY
    The Century Magazine Collection
    Personal Miscellaneous Collection
Nikola Tesla Museum, Belgrade Serbia
    Library of Nikola Tesla
    Scrapbooks of Clippings
Oxford University, Bodelian Library, Oxford, UK
    Marconi Archives
Science Museum, London, UK
    Tesla Motor, ca. 1888
University of Virginia, Special Collections Library, Charlottesville, VA
    Clifton Barrett Library
Western Pennsylvania Historical Society, Pittsburgh, PA
    Leland Anderson Papers [Anderson Collection]

缩写与资料

1892 Lecture	Tesla, Nikola. “Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency,” in Thomas Commerford Martin [TCM]
1904 Essay	Tesla, Nikola. “Transmission of Electric Energy Without Wires,” *Electrical World and Engineer*, 5 March 1904, pp. 429–431 in *The Tesla Collection* [TC] 16:166–168.
1915 Autobiographical Sketch	Tesla, Nikola. “An Autobiographical Sketch,” *Scientific American,* 5 June 1915, 537 and 576–577. Reprinted in *Nikola Tesla: Lectures, Patents, Articles* (Beograd: Nikola Tesla Museum, 1956), pp. A-195–99.
Edison Medal Speech	Tesla, Nikola. Speech upon Receiving Edison Medal, 1917. Box 6, fol. 21, Kenneth Swezey Papers [KSP].
Fessenden Interference	Nikola Tesla, Testimony in Patent Interference 21,701, *NT vs. Fessenden*, in Leland I. Anderson, ed., *Nikola Tesla: Guided Weapons & Computer Technology* (Breckenridge, Colo: Twenty-First Century Books, 1998). Martin, *The Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla* (New York: The Electrical Engineer, 1894; reprinted Barnes & Noble, 1995), 198–293.
Mrkich, “NT Father.”	Mrkich, Dan. “Nikola Tesla’s Father—Milutin Tesla (1819– 1879).” American Srbobran. Pittsburgh, March 2001. http://www.serbnatlfed.org/Archives/Tesla/tesla-father.htm.
EDA	Edward Dean Adams.
GW	George Westinghouse.
JJA	John Jacob Astor.

JPM	J. P. Morgan.
KJ	Katharine Johnson.
KSP	Kenneth Swezey Papers, Archives Center, National Museum of American History, Smithsonian Institution, Washington, D.C.
LC	Library of Congress.
NT	Nikola Tesla.
NT, CSN	Tesla, Nikola. *From Colorado Springs to Long Island: Research Notes, Colorado Springs, 1899–1900, New York*, 1900–1901 (Beograd: Nikola Tesla Museum [NTM], 2008).
NT, Motor Testimony	Tesla, Nikola. Testimony in *Complaint's Record on Final Hearing*, Vol. 1: Testimony, *Westinghouse vs. Mutual Life Insurance Co. and H. C. Mandeville* [1903], Item NT 77, Nikola Tesla Museum, Belgrade, Serbia.
NT, *My Inventions*	Tesla, Nikola. *My Inventions: The Autobiography of Nikola Tesla*, ed. B. Johnston (Williston, Vt.: Hart Brothers, 1982).
NT, Problem of Increasing Human Energy	Tesla, Nikola."The Problem of Increasing Human Energy," *The Century Magazine* (June 1900), pp. 175–211 in *The Tesla Collection* [TC] 15:19–55. Also available at http://www.pbs.org/tesla/res/res_art09.html.
NT, Radio Testimony	Tesla, Nikola. *Nikola Tesla on His Work with Alternating Currents and their Application to Wireless Telegraphy, Telephony, and Transmission of Power: An Extended Interview*, ed. Leland Anderson (Breckenridge, Colo.: Twenty-First Century Books, 2002).
NTM	Nikola Tesla Museum, Beograd, Serbia.
NY Herald, 1893	"Scientists Honor Nikola Tesla," *New York Herald*, 23 April 1893, in *The Tesla Collection* [TC], 6:91–93.
RUJ	Robert Underwood Johnson.
TAE	Thomas A. Edison.
TC	*The Tesla Collection: A 23-Volume Full-Text Periodical/ Newspaper Bibliography,* Iwona Vujovic, comp., (New York: Tesla Project, 1998).
TCM	Thomas Commerford Martin.
Tesla biography, 1890	Thomas Commerford Martin [TCM] "Electrical World Portraits. XII. Nikola Tesla." *Electrical World* 15:106 (15 Feb. 1890) in *The Tesla Collection* [TC] 2:42.

注释

注释中所用的缩写的列表可参见第 372 页。

引言注释

[1] Oliver Carlson, *Brisbane: A Candid Biography* (New York: Stackpole Sons, 1937).

[2] Arthur Brisbane, “Our Foremost Electrician,” *New York World*, 22 July 1894 in TC 9:44–48. 除非另有说明，本节的所有引文均出自这篇文章。

[3] Quoted in Lately Thomas, *Delmonico's: A Century of Splendor* (Boston: Houghton Mifflin, 1967), 244.

[4] Quoted in Laurence A. Hawkins, “Nikola Tesla, His Work, and Unfulfilled Promises,” *Electrical Age* 30:99–108 in TC 16:111–120, on 102.

[5] Ibid., 99.

[6] 特斯拉的受欢迎程度从有专门组织（纽约特斯拉纪念学会）纪念他就可见一斑。在 1984—1999 年间，还曾存在过第二个专门组织，国际特斯拉学会，它每年会举办年会并出版会议录。还有两个专门试验特斯拉发明的业余爱好者小组，一个是特斯拉线圈建造者协会，另一个是特斯拉发动机建造者协会。此外，还有很多专为特斯拉设立的网站。

[7] Nick Francesco, “Who Is Nikola Tesla?” Nick’s Personal Web Site, http://nickf.com/tesla.php.

[8] Thomas P. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880–1930* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1982); David E. Nye, *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990); Harold C. Passer, *The Electrical Manufacturers, 1875–1900* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1953); Jill Jonnes, *Empires of Light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race to Electrify the World* (New York: Random House, 2003).

[9] 这种做法可见于，比如：John J. O’Neil, *Prodigal Genius: The Life of Nikola Tesla* (New York: Ives Washburn, 1944).

[10] TCM, *The Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla* (New York: The Electrical Engineer, 1894; repr., Barnes & Noble, 1995); Slavko Boksan, *Nikola Tesla und sein Werk* (Vienna: Deutscher Verlag für Jugend und Volk, 1932); Inez Hunt and Wanetta Draper, *Lightning in His Hand: The Life Story of Nikola Tesla* (Hawthorne, CA: Omni Publications, 1964); Margaret Cheney, *Tesla: Man Out of Time* (New York: Prentice-Hall, 1981); Marc J. Seifer, *Wizard: The Life and Times of Nikola Tesla* (New York: Birch Lane Press, 1996); and Margaret Cheney and Robert Uth, *Tesla: Master of Lightning* (New York: Barnes & Noble, 1999).

[11] W. Bernard Carlson, “Invention, History, and Culture,” in *Science, Technology, and Society*, ed. S. Restivo (New York: Oxford University Press, 2005); W. Bernard Carlson, *Innovation as a Social Process: Elihu Thomson and the Rise of General Electric, 1870–1900* (New York: Cambridge University Press, 1991); and W. Bernard Carlson and Michael E. Gorman, “Understanding Invention as a Cognitive Process: The Case of Thomas Edison and Early Motion Pictures, 1888–1891,” *Social Studies of Science* 20 (August 1990): 387–430.

[12] 当我强调大自然或一项发明不是简单的“在那里”，等着发明者去发现它，我是借鉴了来自科学知识社会学中的概念。参见：Bruno Latour, *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987) and Harry Collins and Trevor Pinch, *The Golem: What Everyone Should Know about Science* (New York: Cambridge University Press, 1993).

[13] W. Bernard Carlson, “The Telephone as a Political Instrument: Gardiner Hubbard and the Political Construction of the Telephone, 1875–1880,” in *Technologies of Power: Essays in Honor of Thomas Parke Hughes and Agatha Chipley Hughes*, ed. M. Allen and G. Hecht (Cambridge, MA: MIT Press, 2001), 25–55; Claude S. Fischer, *America Calling: A Social History of the Telephone to 1940* (Berkeley: University of California Press, 1992); Wiebe E. Bijker et al., eds., *The Social Construction of Technological Systems* (Cambridge, MA: MIT Press, 1987).

[14] Thomas P. Hughes, *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870–1970* (New York: Viking, 1989), 53–95.

[15] Plato, *The Republic*, trans. Desmond Lee, 2nd ed. (New York: Penguin, 1974), 316–325.

[16] “Tesla—Inspiration,” Notecard, KSP.

[17] NT, Edison Medal Speech. 为了方便阅读，这个长引文被分成两段。

[18] Bishop Kallistos Ware, *The Orthodox Way* (Crestwood, NY: St. Vladimir’s Seminary Press, 1995), 32–33.

[19] Geoffrey N. Cantor, *Michael Faraday, Sandemanian and Scientist: A Study of Science and Religion in the Nineteenth Century* (Basingstoke, Hampshire: Macmillan, 1993); Colin Russell, *Michael Faraday: Physics and Faith* (New York: Oxford University Press, 2000).

[20] Joseph A. Schumpeter, “The Meaning of Rationality in the Social Sciences,” in *The Economics and Sociology of Capitalism*, ed. Richard Swedberg (Princeton: Princeton University Press, 1991), 316–338.

[21] Michael E. Gorman et al., “Alexander Graham Bell, Elisha Gray, and the Speaking Telegraph: A Cognitive Comparison,” *History of Technology* 15 (1993): 1– 56; W. Bernard Carlson, “Invention and Evolution: The Case of Edison’s Sketches of the Telephone,” in *Technological Innovation as an Evolutionary Process*, ed. J. Ziman (New York: Cambridge University Press, 2000), 137–158.

[22] 作为例子，回想一下戴维・鲍伊（David Bowie）如何在电影《致命魔术》（2006）中扮演特斯拉。鲍伊并没有把自己完全化妆成特斯拉，而是抓住并表现几个主要特征，让观众相信他就是特斯拉。我的这个想法受益于：Kenneth Silverman, *Houdini!!! The Career of Ehrich Weiss* (New York: HarperCollins, 1996).

[23] Arthur C. Clarke, *Profiles of the Future: An Inquiry into the Limits of the Possible*, rev. ed. (New York: Harper & Row, 1973), 21.

[24] David Lindsay, *Madness in the Making: The Triumphant Rise and Untimely Fall of America’s Show Inventors* (New York: Kodansha, 1997).

第一章注释

[1] Schumpeter, “Rationality in the Social Sciences.”

[2] Nikola Tesla, “My Inventions,” *Electrical Experimenter*, May–October 1919; reprinted as NT, *My Inventions*. 注释中使用的页码是针对 1982 年本・约翰逊（Ben Johnson）编辑的版本。

[3] Tim Judah, *The Serbs: History, Myth, and the Destruction of Yugoslavia* (New Haven: Yale University Press, 1997), 5.

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Lika.

[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Military_Frontier.

[6] *NY Herald*, 1893, 92. See also Notecard on Kosanović’s criticism of O’Neill’s mss., KSP.

[7] http://en.wikipedia.org/wiki/Illyrian_provinces.

[8] *NY Herald*, 1893.

[9] Cheney and Uth, *Master of Lightning*, 5.

[10] Mrkich, “NT Father.” See also [Dan] Mrkich, *Nikola Tesla: The European Years* (Ottawa: Commoners’ Publishing, 2004), 52–53.

[11] 法国在伊利里亚省设立的 25 个预科学校，参见：http://en.wikipedia.org/wiki/Illyrian_provinces.

[12] Mrkich, “NT Father.”

[13] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 53. 这间教堂在 1941 年被烧毁，并在 20 世纪 80 年代被修复，不过很快在 1992 年战争期间再次被毁（Mrkich,“NT Father”）。克罗地亚政府在 2006 年重建了这间教堂。

[14] NT, *My Inventions*, 28; Mrkich, *Tesla: The European Years*, 62.

[15] NT, "A Story of Youth Told by Age," http://www.pbs.org/tesla/ll/story_youth.html.

[16] 特斯拉死后，这本书传到了他时任南斯拉夫驻美大使的外甥萨瓦·科萨诺维奇手里。1950年，科萨诺维奇把这本珍贵的经卷赠送给了哈里·杜鲁门总统，该经卷现放置在密苏里州独立城的杜鲁门总统图书馆。参见：George C. Jerkovich, "An Unusual Treasure: Library's Serbian Book of Liturgy Found to Be a Rarity," *Whistlestop: Harry S. Truman Library Newsletter* 5, no. 4 (Fall 1977) and Mrkich, *Tesla: The European Years*, 67.

[17] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 54.

[18] 直到现在，塞尔维亚正教会还是在遵循儒略历（旧历）。换算成公历或格里历的话，特斯拉出生于1856年7月20、21日的午夜。参见：*Nikola Tesla: Lecture before the New York Academy of Sciences*, April 6, 1897, ed. Leland I. Anderson (Breckenridge, CO: Twenty-First Century Books, 1994), ix.

[19] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 55–56.

[20] NT, *My Inventions*, 46.

[21] NT, "Story of Youth Told by Age."

[22] NT, *My Inventions*, 30; *NY Herald*, 1893.

[23] NT, *My Inventions*, 45.

[24] Ibid., 46.

[25] Ibid., 36, 31–32.

[26] Ibid., 28.

[27] 在20世纪90年代的克罗地亚独立战争期间，戈斯皮奇惨遭重创。反抗方克罗地亚政府军控制着该镇，然而塞尔维亚–克拉伊那共和国的塞族军队占领了正东的位置，并经常从那里轰炸该镇。在美军"风暴行动"期间，该地区的控制权最终于1995年8月落到了反抗方克罗地亚政府军手中。参见：http://en.wikipedia.org/wiki/Gospić.

[28] Mrkich, "NT Father"; NT, *My Inventions*, 30.

[29] NT, *My Inventions*, 46–47.

[30] Ibid., 28; Robert V. Bruce, *Bell: Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude* (Boston: Little, Brown, 1973), 66–69.

[31] NT, *My Inventions*, 30.

[32] Ibid., 36.

[33] Ibid., 47.

[34] Ibid., 36.

[35] Albert Tezla, *Hungarian Authors: A Bibliographical Handbook* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1970), 256–262; "Hungarian Novels," *Foreign Monthly Review and Continental Literary Journal* (1839): 203, viewed on Google Books; *A History of Hungarian Literature: From the Earliest Times to the mid-1970's*, chapter 10, "Social Criticism and the Novel in the Age of Reform," http://mek.niif.hu/02000/02042/html/23.html.

[36] NT, *My Inventions*, 36–37.
[37] Ibid., 34, 32–33.
[38] M. K. Wisehart, “Making Your Imagination Work for You,” *American Magazine* 91 (April 1921): 13ff., on 60.
[39] NT, “Problem of Increasing Human Energy,” 184. 特斯拉与传记作家约翰·奥尼尔交谈时提出了人是“肉机”的理论，参见：John O’Neill, *Prodigal Genius*, 261–262.
[40] NT, *My Inventions*, 47–48.
[41] Ibid., 48.
[42] Ibid., 51.
[43] 除了消防车，我们不禁好奇，特斯拉当时是否知道托马斯·纽科门于 1712 年发明的大气蒸汽机，该机也采用真空和气压产生运动。
[44] O’Neill, *Prodigal Genius*, 26.
[45] NT, *My Inventions*, 51–52.
[46] Ibid., 52.
[47] NT, *My Inventions*, 53. 特斯拉在别处还提及，他 1873 年从霍乱中康复的时候在读马克·吐温的《汤姆·索亚历险记》，参见：NT to Watson Davis, 27 March 1938, Notecard, KSP.
[48] *NY Herald*, 1893; NT, *My Inventions*, 53–54.
[49] NT, Edison Medal Speech, 8.
[50] NT, *My Inventions*, 54.
[51] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 73–74; O’Neill, *Prodigal Genius*, 36; NT, *My Inventions*, 55.
[52] NT, *My Inventions*, 33; Wisehart, “Making Your Imagination Work for You,” 60.
[53] Ware, *The Orthodox Way*, 32–33.
[54] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 8–9. 马尔基奇引用的档案的标注日期是 1876 年 9 月 22 日，不过特斯拉在约阿内的入学时间是 1875 年秋天，因此这份档案可能是关于特斯拉第二年的奖学金。
[55] *Nikola Tesla Museum, 1952–2003* (Belgrade: NTM, 2006), 108.

第二章注释

[1] Josef W. Wohinz, Hg., *Die Technik in Graz: Aus Tradition für Innovation* (Wien: Böhlau,1999).
[2] Tesla biography, 1890.
[3] Copy of Tesla’s course transcript, Box 7, Folder 13, KSP.
[4] 1915 Autobiographical Sketch.
[5] Michael Brian Schiffer, *Draw the Lightning Down: Benjamin Franklin and Electrical Technology in the Age of Enlightenment* (Berkeley: University of California Press, 2003).
[6] Michael Brian Schiffer, *Power Struggles: Scientific Authority, and the Creation of Practical*

Electricity before Edison (Cambridge, MA: MIT Press, 2008), 49–74.

[7] 根据特斯拉的成绩单（前面的注释 3 中引述过），他在 1876—1877 年选了波西尔的两门课。

[8] 在 19 世纪，发明者们开发了两种形式的电力照明，即弧光灯照明和白炽灯照明。在弧光灯中，一个强大的电流通过两根碳棒；随着两根碳棒被轻微拉开，火花跳过碳棒之间的间隙并产生灿烂的光。参见：Carlson, *Innovation as a Social Process*, 80–82.

[9] "The First Transmission of Power by Electricity," *Electrical World* 6 (12 December 1885): 239–240; Silvanus P. Thompson, *Dynamo-Electric Machinery*, 3rd ed. (London: E&FN Spon, 1888), 13.

[10] 1915 Autobiographical Sketch, 537.

[11] NT, *My Inventions*, 57.

[12] Ibid.; *NY Herald*, 1893.

[13] Tesla biography, 1890; "The Westinghouse Company Secures the Tesla Motor," *Electrical Review* (NY), 11 August 1888 in TC 1:83.

[14] NT, *My Inventions*, 59.

[15] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 88–95.

[16] *NY Herald*, 1893, 92.

[17] NT, *My Inventions*, 56.

[18] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 10; NT, *My Inventions*, 37; O'Neill, *Prodigal Genius*, 43.

[19] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 10–11. 马尔基奇指出，特斯拉曾于 1876 年 10 月第一次给《蜂王》写信请求奖学金，希望摆脱对军事奖学金的义务。

[20] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 16; O'Neill, *Prodigal Genius*, 44.

[21] NT, *My Inventions*, 37; Mrkich, *Tesla: The European Years*, 17.

[22] Tesla's police record from Maribor, March 1879, in Mrkich, *Tesla: The European Years*, 18.

[23] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 76.

[24] NT, *My Inventions*, 37.

[25] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 92, 98.

[26] Ibid., 77; Daniel Mayer, "Nikola Tesla in Prague in 1880—Some Details from Tesla's Life, Until Now Unpublished," *Tesla III Millennium: Fifth Annual Conference Proceedings* (Beograd, 1996), VI67–VI69; Seifer, *Wizard*, 19.

[27] 1915 Autobiographical Sketch, 537.

[28] NT, *My Inventions*, 59.

[29] 1915 Autobiographical Sketch, 537.

[30] Tesla biography, 1890.

[31] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 100.

[32] 关于蒂瓦道尔・普什卡什的传记信息，参见：http://www.budpocketguide.com/TouristInfo/famous/Famous_Hungarians10.asp.

[33] Edward Johnson to Uriah Painter, 17 December 1877, *The Papers of Thomas A. Edison*, ed. R. A. Rosenberg et al. (Baltimore: Johns Hopkins University Press), 3:676–679; Paul Israel, *Edison: A Life of Invention* (New York: John W. Wiley, 1998), 148–149.

[34] 普什卡什不是电话交换机的发明者，而是看到其潜力的企业家之一。1877 年 5 月，E. T. 霍姆斯（E. T. Holmes）在波士顿建立了第一个电话交换机，也就是把电话加到他已有的防盗报警网络。参见：Carlson, “The Telephone as a Political Instrument,” 25–55, on 42.

[35] 引自 NT, *My Inventions*, 59 以及 Tesla biography, 1890。由于特斯拉在回忆录中提供了几个不同的版本，所以很难确定在布达佩斯的事件的精确顺序。根据 Tesla biography, 1890 以及 1915 Autobiographical Sketch 中的顺序，特斯拉先是在电报局工作，然后才有了他的尤里卡时刻。另外的说法是，*My Inventions*, 59, 65 表明特斯拉在等待普什卡什电话公司的工作时生病了，并且是在公园里有了尤里卡时刻之后才去政府电报局当绘图员。

[36] Tesla biography, 1890; NT, Motor Testimony, 191.

[37] NT, *My Inventions*, 59.

[38] 1915 Autobiographical Sketch, 537; NT, Motor Testimony, 321.

[39] NT, *My Inventions*, 60–61.

[40] 特斯拉在 1903 年的专利证词中没有提到 1882 年在布达佩斯当着西盖蒂在沙中画图。然而他的确回忆了大约 1883 年在巴黎外边的爱迪生灯泡厂，他在尘土中画图向几个同事讲解他的电动机。

[41] NT, *My Inventions*, 61.［《浮士德》的译文取自董问樵的译本。——译者注］

[42] 西盖蒂 1889 年证实特斯拉 1882 年 5 月在巴黎跟他讲过多相电动机，不过他没有谈到在布达佩斯的尤里卡时刻。参见：Szigeti, 1889 deposition.

[43] 确实，阿拉戈设备里的铜盘与特斯拉最早的电动机转子盘之间有惊人的相似之处，这种相似之处导致一位教科书作者得出结论说，“特斯拉的电动机是阿拉戈实验的一种变种……在其中一个旋转磁铁带动圆盘形导体转圈”。参见：G. C. Foster and E. Atkinson, *Elementary Treatise on Electricity and Magnetism* (London: Longman, Green, 1896), 490.

[44] Silvanus P. Thompson, *Polyphase Electric Currents and Alternate-Current Motors* (Spon, 1895), 422–425.

[45] Ibid., 447.

[46] Ibid., 437–440.

[47] 1915 Autobiographical Sketch, 576.

[48] 事实上，据我所知，同相或异相交流电的概念直到 1883 年才出现在工程文献中，那是约翰·霍普金斯的一篇讨论在同一个电路中使用几个交流发电机问题的论文。参见：“Some Points in Electric Lighting,” in *Original Papers by the Late John Hopkinson*, ed. Bertram Hopkinson (Cambridge: Cambridge University Press, 1901), 1:57–83, on 67–69.

[49] 1915 Autobiographical Sketch, A198.

[50] Clayton M. Christensen, *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail* (Boston: Harvard Business School Press, 1997).

[51] Thomas K. McCraw, *Prophet of Innovation: Joseph Schumpeter and Creative Destruction* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 2007).

[52] Schumpeter, "Rationality in the Social Sciences," 329–330.

第三章注释

[1] NT, *My Inventions*, 65.

[2] See Osana Mario, "Historische Betrachtungen uber Teslas Erfindungen des Mehrphasenmotors und der Radiotechnick um die Jahrhundertwende," in *Nikola Tesla-Kongress für Wechsel- und Drehstromtechnik*, proceedings of a conference held at the Technical Museum in Vienna, 6–13 September 1953 (Vienna: Springer-Verlag, 1953), 6–9, on 7. 马里奥是从他维也纳科技大学的教授约翰·萨胡尔卡（Johann Sahulka）那里听来这个故事，而教授是 1893 年在芝加哥世博会遇到特斯拉时知道这个故事。马里奥和萨胡尔卡都无法确定特斯拉是在甘兹工作还是只是个参观者。

[3] "Foundry Museum, Budapest," http://sulinet.hu/oroksegtar/data/kulturalis_ertekek_a_vilagban/Visegradi_orszagok_technikai_2/pages/angol/003_mo_muszaki_muem_ii.htm; "Ganz Works," http://www.omikk.bme.hu/archivum/angol/htm/ganz.htm.

[4] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 88–91.

[5] 特斯拉后来解释说，两个不同的电流是由于两个线圈有不同的电感，不过特斯拉在 1882 年就已经完全理解电感的概念是很值得怀疑的。在这里重要的是，他认识到两个不同的交流电能以某种方式产生旋转磁场。参见：Mario, "Historische Betrachtungen," 7.

[6] 在专利证词中，特斯拉从未提到在甘兹的环形变压器的故事，最可能的原因是，他不想向对手暗示他从甘兹的工程师那里学到交流电的任何东西，以免被解读成他只是从中盗用了使用交流电产生旋转磁场的想法。在我看来，多亏了他的旋转磁场理念，特斯拉可能是会去观察环形变压器顶上的球旋转并进而设想出实用电动机的为数不多的人之一。

[7] "1890 Biographical Sketch."

[8] NT, Motor Testimony, 186.

[9] Walter L. Welch, *Charles Batchelor: Edison's Chief Partner* (Syracuse: Syracuse University Press, 1972), 50.

[10] NT, Motor Testimony, 195.

[11] Paul Israel, *From Machine Shop to Industrial Laboratory: Telegraphy and the Changing Context of American Invention, 1830–1920* (Baltimore: Johns Hopkins University Press).

[12] NT, Motor Testimony, 187–188, 195, 306.

[13] Szigeti, 1889 deposition, A398.

[14] 特斯拉向下列人员描述了他的发明：戴维·F. 坎宁安、米尔顿·F. 亚当斯、查尔斯·M. 亨尼斯，以及詹姆斯·F. 希普尔。参见：NT, Motor Testimony, 189–190, 274–275. 西盖蒂证实，特斯拉 1882 年在巴黎描述过一个类似的八导线发电机–电动机系统。参见：Szigeti, 1889 deposition, A398–A401.

[15] Frederick Dalzell, *Engineering Invention: Frank J. Sprague and the U.S. Electrical Industry* (Cambridge, MA: MIT Press, 2009).

[16] 这个公司没有组成，可能是因为坎宁安只是法国爱迪生公司的一个小人物，并且他难以筹集资本。参见：NT, *My Inventions*, 66; NT, Motor Testimony, 274–275; Seifer, *Wizard*, 29; Francis Jehl, *Menlo Park Reminiscences* (Dearborn, MI: Edison Institute, 1938), 2:680, 682.

[17] NT, *My Inventions*, 66–67.

[18] Julius Euting, *A Descriptive Guide to the City of Strassburg and Its Cathedral*, 7th ed. (Strassburg: Karl J. Trübner, n.d.), 84–85.

[19] 威廉一世于 1879 年 9 月访问了斯特拉斯堡，而他的传记中没有提到爆炸。参见：Paul Wiegler, *William the First: His Life and Times*, trans. C. Vesey (Boston: Houghton-Mifflin, 1929), 377 and Edouard Simon, *The Emperor William and His Reign* (London: Remington, 1888), 2:189.

[20] NT, Motor Testimony, 185–186; NT, *My Inventions*, 67. 特斯拉在斯特拉斯堡期间保存的笔记本，参见：NT, *Tagebuch Aus Strasburg, 1883–1884* (Beograd: NTM, 2002); 这个笔记本（pp. 249–250）表明 1883 年 10 月至 1884 年 2 月间西盖蒂的名字在斯特拉斯堡的薪水册上。

[21] Alfred Ritter von Urbanitzky, *Electricity in the Service of Man*, ed. R. Wormell (London: Cassell & Co., 1886), 548–551.

[22] NT, Motor Testimony, 188; von Urbanitzky, *Electricity in the Service of Man*, 296–299; Thompson, *Dynamo-Electric Machinery*, 267–268.

[23] Szigeti, 1889 deposition, A400.

[24] NT, Motor Testimony, 181, 192.

[25] Szigeti, 1889 deposition, A400.

[26] NT, Motor Testimony, 220, 184; NT, "Electric Magnetic Motor," U.S. Patent 424,036 (filed 20 May 1889, granted 25 March 1890), especially figure 3; TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 69.

[27] NT, Motor Testimony, 182; Benjamin Silliman, *Principles of Physics, or Natural Philosophy*, 2nd ed. (Philadelphia: Theodore Bliss, 1863), 608.

[28] NT, *My Inventions*, 67; NT, Motor Testimony, 177–182, 284; Szigeti, 1889 deposition, A400.

[29] NT, Edison Medal Speech.

[30] NT, Motor Testimony, 190; NT, *My Inventions*, 67–68.

[31] NT, Motor Testimony, 186. 在 *Prodigal Genius*, p. 60 中，奥尼尔认为这封介绍信来自巴彻勒，但那时巴彻勒已回到纽约。相反，芭芭拉·普什卡什（Barbara Puskás）向我报告说，她在家族档案中看到过蒂瓦道尔·普什卡什所写的像这样一封信。

[32] Notes in Box 1, KSP; Walter Chambers, “Tesla Too Busy to Be Honored at Radio Show,” 25 September 1929, p. 26, KSP.

[33] NT, *My Inventions*, 71.

[34] 关于“俄勒冈号”，参见：http://en.wikipedia.org/wiki/SS_Oregon_%281883%29.

[35] NT, *My Inventions*, 71–72; NT, *Notebook from the Edison Machine Works* (Belgrade: NTM, 2003), 12.

[36] NT, Motor Testimony, 186, 195; NT, *My Inventions*, 72; Alfred O. Tate, *Edison's Open Door* (New York: E. P. Dutton, 1938), 149.

[37] See NT, Motor Testimony, 195; 1915 Autobiographical Sketch, A199.

[38] TAE, “Arc Lamp,” U.S. Patent 438,303 (filed 10 June 1884; granted 14 October 1890); NT, Motor Testimony, 193.

[39] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 211–216.

[40] Israel, *Edison*, 221–225; Passer, *The Electrical Manufacturers*, 34–38; “Arc and Incandescent Interests Combined,” *Electrical World* 5 (9 May 1885): 188. 特斯拉不知道爱迪生与 AEM 的交易，而认为他的弧光灯照明系统被放弃是因为爱迪生与爱迪生照明公司的交易；参见：NT, Motor Testimony, 193.

[41] “The Edison System of Municipal Lighting,” *Electrical World* 9 (12 February 1887): 78.

[42] NT, Motor Testimony, 193. 在 *My Inventions*, p. 72 中，特斯拉说他辞职是因为没有获得他认为被许诺作为重新设计直流发电机回报的 50 000 美元。也可参见：NT, *Notebook from the Edison Machine Works*, 248.

[43] William Edgar Sackett, ed., *New Jersey's First Citizens* (Paterson, NJ: J. J. Scannell, 1917), 1:507.

[44] Entry for Tesla Electric Light and Mfg. Co., New Jersey, vol. 53, p. 159, R. G. Dun & Co. Collection, Baker Business Library, Harvard University (hereafter cited as Tesla Co., R. G. Dun & Co. Collection).

[45] TCM, “The Electric Light Industry in America in 1887,” *Electrical World* 9 (29 January 1887): 50.

[46] 特斯拉的弧光灯照明专利包括 334,823、335,786、335,787、336,961、336,962、350,954 以及 359,748。对于这些专利的总结参见：TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 451–464.

[47] Tesla Co., R. G. Dun & Co. Collection.

[48] NT, Edison Medal Speech, 12.

[49] Seifer, *Wizard*, 40–41; NT, Motor Testimony, 193–195, 209; Tesla Electric Light and Manufacturing Company, advertisement, *Electrical Review*, 4 September 1886, p. 14.

[50] 韦尔和莱恩在运营公用设施方面不是很有效；到 1890 年，他们不再营业。参见：Tesla Co., R. G. Dun & Co. Collection.

[51] NT, *My Inventions*, 72.

[52] O'Neill, *Prodigal Genius*, 65; NT to Institute of Immigrant Welfare, 12 May 1938 in John T. Ratzlaff, comp., *Tesla Said* (Millbrae, CA: Tesla Book Co., 1984), 280.

第四章注释

[1] Israel, *Edison*, 234.

[2] NT, “Thermo-Magnetic Motor,” U.S. Patent 396,121 (filed 30 March 1886, granted 15 January 1889); TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 424–428.

[3] *Century Electric Company and Edwin S. Pillsbury vs. Wagner Electric Manufacturing Co.*, US Circuit Court of Appeals, 8th District, No. 3419, May 1910, transcript, vol. 2, p. 932 [Item 342, NTM]; O’Neill, *Prodigal Genius*, 65–66; “Alfred S. Brown,” [obituary], *New York Times*, 26 September 1891.

[4] John B. Taltavall, comp., *Telegraphers of To-Day: Descriptive, Historical, Biographical* (New York: John B. Taltavall, 1893), 19–20.

[5] Norvin Green to A. S. Hewitt, 1 September 1887, Western Union Collection, Series 4, Box 204A, National Museum of American History Archives, Washington, DC. 感谢乔舒亚·沃尔夫（Joshua Wolff）告知我这一资料信息。也可参见：Arthur J. Beckhard, *Electrical Genius Nikola Tesla* (New York: Julian Messner, 1959), 120, 125.

[6] See the following documents from *The Papers of Thomas A. Edison*, ed. Robert A. Rosenberg et al. (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1991–): “Multiple Telegraph” [notebook entry], Summer 1873, 2:50–52, esp. note 2; “Automatic Telegraphy,” December 1873, 2:119–120; “Article in the *Operator*,” 15 July 1874, 2:239–241; and “Speaking Tel[e]g[rap]h,” 20 March 1877, 3:271–274, esp. note 1.

[7] “William Orton,” *Chicago Daily Tribune*, 26 April 1878, p. 2; Seifer, *Wizard*, 42.

[8] James D. Reid, *The Telegraph in America and Morse Memorial*, 2nd ed. (New York: John Polhemus, 1886), 601–602; Entries for Mutual Union Telegraph Co., 5 November 1880 and 4 March 1881, New York City, vol. 391, p. 2625, R. G. Dun & Co. Collection.

[9] Richard R. John, *Network Nation: Inventing American Telecommunications* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 2010), 149–170, on 158.

[10] Reid, *Telegraph in America*, 603–604; Israel, *From Machine Shop to Industrial Laboratory*, 127; Maury Klein, *The Life and Legend of Jay Gould* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986), 310–311.

[11] Reid, *Telegraph in America*, 604; Entry for Mutual Union Telegraph Co., 27 June 1882, New York City, vol. 391, p. 2625, R. G. Dun & Co. Collection.

[12] Reid, *Telegraph in America*, 605; Entry for Mutual Union Telegraph Co., 1885, New York City, vol. 391, p. 2625, R. G. Dun & Co. Collection.

[13] NT, Motor Testimony, 196. 特斯拉如此尊重佩克和布朗，然而让人非常不解的是，他在自传和其他回忆录中都没有提到他们的名字。参见：*My Inventions*, 72 and NT to Institute of Immigrant Welfare, 12 May 1938, in Ratzlaff, *Tesla Said*, 280.

[14] NT, Motor Testimony, 196, 210–212, 247, 325–326; Szigeti, 1889 deposition, A398.

[15] 共同联合的地址来自：New York City, vol. 391, p. 2625, R. G. Dun & Co. Collection. 也可参见：William B. Nellis testimony, NT, Motor Testimony, 122–123, 132.

[16] Parker W. Page testimony, NT, Motor Testimony, 415–416. 尽管对改进后的电动机没有提交专利，特斯拉对改进后的转向器确实申请了专利：U.S. Patent 382,845, "Commutator for Dynamo-Electric Machines" (filed 30 April 1887, granted 15 May 1888). 也可参见：Martin, *Inventions, Researches, and Writings*, 433–437.

[17] NT, Motor Testimony, 212.

[18] NT, "Our Future Motive Power," *Everyday Science and Mechanics*, December 1931, pp. 26–28ff., in Ratzlaff, *Tesla Said*, 230–236.

[19] TAE, "On the Pyromagnetic Dynamo: A Machine for Producing Electricity Directly from Fuel," *Electrical World* 10 (27 August 1887): 111–113.

[20] TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 429–431.

[21] NT, Motor Testimony, 207.

[22] Ibid., 213.

[23] 特斯拉使用的可能是韦斯顿开发的电镀用的直流发电机，其转子中有六个凸极。通过用交流滑环取代直流换向器，特斯拉可能从这台发电机中取得了两个或三个独立的电流。参见：NT, Motor Testimony, 200–201, 210; Thompson, *Dynamo-Electric Machinery*, 280.

[24] NT 78, p. 21. "Defendant's Brief, Derivation Electric Motor," in *Westinghouse Electric and Manufacturing Company vs. Dayton Fan and Motor Company*, 1900, Item 78, NTM, Belgrade, Serbia.

[25] Louis C. Hunter and Lynwood Bryant, *A History of Industrial Power in the United States* (Cambridge, MA: MIT Press, 1991), 3: 210.

[26] 正如特斯拉多年以后所说的，佩克和布朗把海洋蒸汽跟他的电动机联系了起来："他们想，如果能用我的系统经济地远距离传输能量，并且海洋电厂的成本能大幅度下降的话，那么这种取之不尽的蒸汽资源就能被成功利用。" (NT, "Our Future Motive Power," 78.) 在佩克和布朗的鼓励下，特斯拉显然进行了相关的热力学研究，并且后来发明了自己的使用来自地壳的热能而不是海洋温差的系统。

[27] "Tesla's Egg of Columbus," *Electrical Experimenter* 6 (March 1919): 774–475ff., on 775.

[28] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 81–82, 87–108.

[29] Hughes, *Networks of Power*, 87–91.

[30] Ibid., 95–97.

[31] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 251–252; Passer, *The Electrical Manufacturers*, 172.

[32] "Electric Lighting at the Inventions Exhibition," *Engineering* (London) 39 (1 May 1885): 454–460.

[33] Passer, *The Electrical Manufacturers*, 131–132.

[34] George Wise, "William Stanley's Search for Immortality," *American Heritage of Invention &*

Technology 4 (Spring–Summer 1988): 42–49; Bernard A. Drew and Gerard Chapman, "William Stanley Lighted a Town and Powered an Industry," *Berkshire History* 6 (Fall 1985): 1–40; Laurence A. Hawkins, *William Stanley (1858–1916): His Life and Work* (New York: Newcomen Society, 1951).

[35] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 259.

[36] 在 1887 年 1 月，《电气世界》评论说："采用次级发电机［即变压器］形式的分配系统终于在这个国家有了立足之地。如果所有其预期的前景都实现了的话，那么用不了多久它就能获得大众的广泛拥护。"参见：Joseph Wetzler, "The Electrical Progress of the Year," *Electrical World* 9 (1 January 1887): 2–3. 一年之后，还是这个韦茨勒写道："这一年电气照明的显著特征在于已产生或设计的采用感应变压器形式的分配系统的数量。在这其中最突出的是西屋系统。"参见："The Electrical Progress of the Year 1887," *Electrical World* 11 (14 January 1888): 18–19.

[37] TAE to Villard, 11 December 1888, LB881112, p. 354, Edison National Historic Site (ENHS), West Orange, NJ.

[38] TAE, "Reasons against an Alternating Converter System," N860428, pp. 261–265, ENHS.

[39] TAE to Villard, 24 February 1891, Box 63, Folder 475, Villard Papers, Baker Library, Harvard Business School, Boston.

[40] 对此，哥伦布的现代研究者认为，尽管哥伦布需要说服伊莎贝拉以获得支持，然而她无须典当珠宝；参见：John Noble Wilford, *The Mysterious History of Columbus: An Exploration of the Man, the Myth, and the Legacy* (New York: Alfred A. Knopf, 1992), 93–95 and Miles H. Davidson, *Columbus Then and Now: A Life Reexamined* (Norman: University of Oklahoma Press, 1997), 168–170. 有研究者指出，鸡蛋的故事首次跟哥伦布相关联是在 1565 年，来源于意大利，并且该事件是发生在 1493 年哥伦布从第一次新大陆航行返回后，而不是旅程之前；参见：Samuel Eliot Morison, *Admiral of the Ocean Sea: A Life of Christopher Columbus* (Boston: Little, Brown, 1942), 361.

[41] "Tesla's Egg of Columbus," 775.

[42] 对这个电动机的具体描述可参见特斯拉的两份美国专利："Electric Magnetic Motor," U.S. Patent 381,968 (filed 12 October 1887, granted 1 May 1888) and 382,279 (filed 30 November 1887, granted 1 May 1888). 也可参见：NT, Motor Testimony, 215.

[43] NT, Motor Testimony, 155, 159–160, 215, 218; NT, U.S. Patent 511,560, "Electrical Transmission of Power" (filed 8 December 1888, granted 2 January 1894).

[44] NT, *My Inventions*, 72.

[45] Robert C. Post, *Physics, Patents and Politics: A Biography of Charles Grafton Page* (New York: Science History Publications, 1976); Israel, *From Machine Shop to Industrial Laboratory*, 135–136; Parker Page's obituary, *New York Times*, 23 January 1937, 18:4; NT, Motor Testimony, 213.

[46] NT, Motor Testimony, 205–206, 289, 307–308, 314–315, 317.

[47] NT, "Electric Magnetic Motor," U.S. Patent 381,968, (filed 12 October 1887, granted 1 May 1888).

[48] NT, "Electro Magnetic Motor," U.S. Patent 381,969 (filed 30 November 1887, granted 1 May

1888); "Electro Magnetic Motor," U.S. Patent 382,279 (filed 30 November 1887, granted 1 May 1888); "System of Electrical Distribution," U.S. Patent 381,970 (filed 23 December 1887, granted 1 May 1888); "Regulator for Alternate Current Motors," U.S. Patent 390,820 (filed 24 April 1888, granted 9 October 1888); and TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 45–49.

[49] 电力传输的独立专利包括："Electrical Transmission of Power," U.S. Patent 382,280 (filed 12 October 1887, granted 1 May 1888); "Electrical Transmission of Power," U.S. Patent 382,281 (filed 30 November 1887, granted 1 May 1888); and "Method of Converting and Distributing Electric Currents," U.S. Patent 382,282 (filed 23 December 1887, granted 1 May 1888). 除了声明对象为电力传输外，这些专利的主体与特斯拉的多相电动机专利是一样的。

[50] NT, Motor Testimony, 160.

[51] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 87–88.

[52] NT, Motor Testimony, 160, 173–174, 210.

[53] Ibid., 329.

[54] See NT, Motor Testimony, 159, 174–175, 230, 289, 369–372. 对多种此类技术的一个总结，可参见：NT, Patent 511,560.

[55] NT, Motor Testimony, 316–318, 329.

[56]引文出自：NT, Motor Testimony, 308–309, 420. 也可参见：NT, Motor Testimony, 164–166, 175, 208, 310, 416–417, 423.

[57] 这些申请包括："System of Electric Distribution," U.S. Patent 390,413 (filed 10 April 1888, granted 2 October 1888); "Dynamo Electric Machine," U.S. Patent 390,414 (filed 23 April 1888, granted 2 October 1888); "Regulator for Alternate-Current Motors," U.S. Patent 390,820 (filed 24 April 1888, granted 9 October 1888); and "Dynamo-Electric Machine," U.S. Patent 390,721 (filed 28 April 1888, granted 9 October 1888).

[58] NT, Motor Testimony, 416, 418, 426.

[59] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 251–252. 亚历山大・格雷厄姆・贝尔对其电话的商业潜力的认识也不敏感，而是受到了赞助人暨未来的岳父加德纳·G. 哈伯德的指引；参见：Carlson, "The Telephone as a Political Instrument" and Carlson, "Entrepreneurship in the Early Development of the Telephone: How Did William Orton and Gardiner Hubbard Conceptualize this New Technology?" *Business and Economic History* 23 (Winter 1994): 161–192.

[60] Walter Isaacson, *Steve Jobs* (New York: Simon & Schuster, 2011), 110.

第五章注释

[1] NT, Motor Testimony, 208–209, 314, 322, 426–427; NT, "Electrical Transmission of Power," U.S. Patent 511,915 (filed 15 May 1888, granted 2 January 1894) and "Alternating Motor," U.S. Patent 555,190 (filed 15 May 1888, granted 25 February 1896).

[2] Reese V. Jenkins, *Images and Enterprise Technology and the American Photographic Industry, 1839 to 1925* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1975).

[3] William Greenleaf, *Monopoly on Wheels; Henry Ford and the Selden Automobile Patent* (Detroit: Wayne State University Press, 1961).

[4] Thomas P. Hughes, *Elmer Sperry: Inventor and Engineer* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1971), 91–93.

[5] Carlson, "The Telephone as Political Instrument, 25–56.

[6] *The Scientific American Reference Book* (New York: Munn & Company, 1877), 47–50.

[7] Passer, *The Electrical Manufacturers*, 151–164.

[8] W. Bernard Carlson, "Nikola Tesla and the Tools of Persuasion: Rethinking the Role of Agency in the History of Technology" (paper presented at Society for the History of Technology, Minneapolis, November 2005).

[9] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 244, 265.

[10] NT, Motor Testimony, 256.

[11] "Electrical World Portraits— XI. Prof. W. A. Anthony," *Electrical World* 15 (1 February 1890): 70; NT, Motor Testimony, 214.

[12] NT, Motor Testimony, 160, 168–170, 221–222, 247–249, 276–278.

[13] W. A. Anthony to D. C. Jackson, 11 March 1888, quoted in Kenneth M. Swezey, "Nikola Tesla," *Science* 127 (16 May 1958): 1147–1159, on 1149.

[14] William Anthony, "A Study of Alternating Current Generators and Receivers," *Modern Light and Heat*, 24 May 1888, p. 549.

[15] NT, Motor Testimony, 252–253; Tesla biography, 1890.

[16] NT, "A New System of Alternate Current Motors and Transformers," *AIEE Transactions* 5 (September 1887–October 1888): 307–227 and reprinted in TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 9–25.

[17] Discussion of Tesla's paper, *AIEE Transactions* 5 (1887–1888): 324–325 in TC 1:23.

[18] Elihu Thomson, "Novel Phenomena of Alternating Currents," *Electrical Engineer* 6 (June 1887): 211–215.

[19] Discussion of Tesla's paper, *AIEE Transactions* 5 (1887–1888): 325–327 in TC 1:24.

[20] Remarks of the chairman, *AIEE Transactions* 5 (1887–1888): 350 in TC 1:25. 演讲之后的几个星期，特斯拉当选为 AIEE 的准会员；参见："Secretary's Bulletin," June 1888, *AIEE Transactions* 5 (1887–1888).

[21] NT, Motor Testimony, 328.

[22] Ibid., 280.

[23] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 244; E. Thomson to Charles A. Coffin, 5 May 1888, in LB 4/88–4/89, p. 9, Elihu Thomson Papers, American Philosophical Society, Philadelphia.

[24] Henry G. Prout, *A Life of George Westinghouse* (London: Benn Brothers, 1922), 128–129.

[25] Thomas B. Kerr testimony, NT, Motor Testimony, 448.

[26] “Electro-Dynamic Rotation by Means of Alternating Currents,” *Industries*, 18 May 1888, 505–506 and *The Electrician*, 25 May 1888 in TC 1:26–27 and 30–31. 特斯拉作证说，在 1888 年读到这些文章之前，他根本不知道费拉里斯工作的任何事情；参见：NT, Motor Testimony, 170.

[27] Anna Maria Rietto and Sigfrido Leschiutta, “The First Electrical Engineers in Torino,” in *Galileo Ferraris and the Conversion of Energy: Developments of Electrical Engineering over a Century* (proceedings of the International Symposium, Turin, October 1997), 407–433.

[28] Sigfrido Leschiutta, “The Torino-Lanzo Transmission Experiment,” in *Galileo Ferraris and the Conversion of Energy*, 291–305.

[29] Adolfo G. B. Hess, “The Monument to Galileo Ferraris in Turin,” *Electrical World* 42 (8 August 1903): 215–218.

[30] Translation of Galileo Ferraris, “Electro-Dynamic Rotations Produced by Means of Alternate Currents,” *Publications of Royal Academy of Sciences of Turin* 23 (1887–1888) in “Proofs on Behalf of Ferraris,” U.S. Patent Office Interference No. 14,819, *Slattery versus Ferraris*, Paper No. 53. The copy I consulted was at NTM, catalogued as NT 124. Quote is from p. 22.

[31] 例如，安东尼 · J. 潘西尼在其教科书中称费拉里斯为交流感应电动机的发明者；参见：Anthony J. Pansini, *Basics of Electric Motors: Including Polyphase Induction and Synchronous Motors* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1989), 45. 倾向于费拉里斯的一个深入讨论，可参见：Giovanni Silva, “Galileo Ferraris, the Rotating Magnetic Field, and the Asynchronous Motor,” pamphlet in English based on a longer Italian article in *L’Elettrotecnica*, September 1947.

[32] 参见注释 26 中 *Industries* 和 *The Electrician* 上的两篇文章。

[33] Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 444.

[34] H. M. Byllesby to GW, 21 May 1888, quoted in Passer, *The Electrical Manufacturers*, 277–278.

[35] NT, Motor Testimony, 171; Isaacson, *Steve Jobs*, 95–97.

[36] NT, Motor Testimony, 330–331; Kerr testimony, NT, Motor Testimony, 449.

[37] Wise, “Stanley’s Search for Immortality,” 46.

[38] NT, Motor Testimony, 255.

[39] Ibid., 246–251.

[40] W. Stanley, Jr. to GW, 24 June 1888, in “Complainant’s Record on Final Hearing, Volume II: Exhibits,” *Westinghouse Electrical and Manufacturing Company versus Mutual Life Insurance Company of New York and H. C. Mandeville*, U.S. Circuit Court, Western District of New York, pp. 592–593. Catalogued in NTM as NT 74.

[41] Kerr testimony, NT, Motor Testimony, 449–451.

[42] “Agreement of July 7, 1888,” in NT 74, 584–587; NT, Motor Testimony, 327.

[43] NT, Motor Testimony, 326–327.

[44] NT, "Electromagnetic Motor," U.S. Patent 524,426 (filed 20 October 1888, granted 14 August 1894; "Electrical Transmission of Power," U.S. Patent 511,559 (filed 8 December 1888, granted 26 December 1893); "System of Electrical Power Transmission," U.S. Patent 511,560 (filed 8 December 1888, granted 26 December 1893); NT, Motor Testimony, 424.

[45] [NT] to the *Electrical World*, 1914, Box 18, Folder 4, KSP.

[46] NT, Motor Testimony, 237–238, 365–366.

[47] NT, Motor Testimony, 333–334; NT, Radio Testimony, 63–65.

[48] "The Hercules Mining Machine and Tesla Motor," *Electrical World* 15 (1 February 1890): 77 in TC 2:40.

[49] NT, Motor Testimony, 233–234, 283–284, 363–364.

[50] Herbert Simon, "A Behavioral Model of Rational Choice," in *Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting* (New York: Wiley, 1957); Paul David, "Clio and the Economics of QWERTY," *American Economic Review* 75 (1985): 332–337.

第六章注释

[1] Ralph W. Pope to NT, 15 August 1889, Notecards, KSP; Jill Jonnes, *Eiffel's Tower: And the World's Fair Where Buffalo Bill Beguiled Paris, the Artists Quarreled, and Thomas Edison Became a Count* (New York: Viking, 2009).

[2] O'Neill, *Prodigal Genius*, 99; NT, "On the Dissipation of the Electrical Energy of the Hertz Resonator," *Electrical Engineer* 14 (21 December 1892): 587–588 in Ratzlaff, *Tesla Said*, 22–23; entry for Bjerknes, *Dictionary of Scientific Biography*, 16 vols., ed. C. C. Gillespie (New York: Scribner, 1970–1980), 2:167–169.

[3] NT, "Some Experiments in Tesla's Laboratory with Currents of High Potential and High Frequency," *Electrical Review* (NY), 29 March 1899, 193–197, 204 in TC 14:74–83, http://www.teslauniverse.com/nikola-tesla-article-some-experiments-in-teslas-laboratory-with-currents-of-high-potential-and-high-frequency (hereafter cited as NT, "1899 Experiments").

[4] NT, Motor Testimony, 323–325; *King's Handbook of New York City, 1893*, 2 vols. (Boston: Moses King, 1893; repr., New York: Benjamin Blom, 1972), 1:233.

[5] NT, Radio Testimony, 12.

[6] NT, Motor Testimony, 320–321.

[7] NT, "Alternating-Current Electro-Magnetic Motor," U.S. Patent 433,700 (filed 25 March 1890, granted 5 August 1890); "Alternating-Current Motor," U.S. Patent 433,701 (filed 28 March 1890, granted 5 August 1890); and "Electro-Magnetic Motor," U.S. Patent 433,703 (filed 4 April 1890, granted 5 August 1890).

[8] Will of Charles F. Peck, Bergen County Wills 7893B, W 1890, Wills and Inventories, ca. 1670–1900, Department of State, Secretary of State's Office, New Jersey State Archives, Trenton, NJ.

[9] NT, "1899 Experiments," 194.

[10] NT, Radio Testimony, 1.

[11] NT, "Phenomena of Alternating Currents of Very High Frequency," *Electrical World* 17 (21 February 1891): 128–130, on 128 in TC 2:119–122.

[12] NT, Radio Testimony, 1–19.

[13] NT, "Method of Operating Arc Lamps," U.S. Patent 447,920 (filed 1 October 1890, granted 10 March 1891) and "Alternating Current Generator," U.S. Patent 447,921 (filed 15 November 1890, granted 10 March 1891).

[14] NT, "The True Wireless," *Electrical Experimenter*, May 1919, pp. 28–30ff., on 28.

[15] von Urbanitzky, *Electricity in the Service of Man*, 195–198.

[16] Hugh G. J. Aitken, *Syntony and Spark: The Origins of Radio* (New York: John Wiley, 1976; rep., Princeton: Princeton University Press, 1985), 52–53.

[17] Ibid., 53–57. 对赫兹的权威性研究可参见：Jed Z. Buchwald, *The Creation of Scientific Effects: Heinrich Hertz and Electric Waves* (Chicago: University of Chicago Press, 1994).

[18] NT, "The True Wireless," 28.

[19] NT, "Alternating Currents of Short Period," 128 and NT, "Experiments with Alternate Currents of Very High Frequency and Their Application to Methods of Artificial Illumination," a lecture delivered before the AIEE at Columbia College, 21 May 1891 in TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 145–197, on 170–171 (hereafter cited as NT, 1891 Columbia lecture).

[20] Aitken, *Syntony and Spark*, 54; NT, "Alternating Currents of Short Period," 128; NT, "The True Wireless," 28.

[21] 詹姆斯・克拉克・麦克斯韦 1868 年发表过一篇关于电路中电容器和感应线圈相互作用的数学分析，但目前没有证明表明，特斯拉知道这项研究；参见：Julian Blanchard, "The History of Electrical Resonance," *Bell System Technical Journal* 20 (1941): 415–433, on 419–420, http://www.alcatel-lucent.com/bstj/vol20-1941/articles/bstj20-4-415.pdf.

[22] Ibid., 417–418.

[23] NT, Radio Testimony, 48–50; O'Neill, *Prodigal Genius*, 90. 特斯拉也为一个利用电容器振荡放电的想法提交了一个专利；参见："Method of and Apparatus for Electrical Conversion and Distribution," U.S. Patent 462,418 (filed 4 February 1891, granted 3 November 1891).

[24] 一位作者用了电磁钟摆的隐喻来解释特斯拉的振荡变压器；参见：Reginald O. Kapp, "Tesla's Lecture at the Royal Institution of Great Britain, 1892," in NTM, *Tribute to Nikola Tesla*, ed. V. Popovich (Beograd: NTM, 1961), A300–A305, on A302.

[25] NT, *My Inventions*, 75.

[26] NT, "Phenomena of Alternating Currents of Very High Frequency," 128 in TC 2:119.

[27] “Alternating Currents of Short Period,” *Electrical World* 17 (14 March 1891): 203 in TC 2:138.

[28] Elihu Thomson, “Physiological Effects of Alternating Currents of High Frequency,” *Electrical World* 17 (14 March 1891): 214.

[29] 我在使用“无线电”或“无线电波”的说法时很谨慎，因为这些术语是在很久以后才被提出来的。爱德华・布朗利（Édouard Branly）于 1897 年首次在“无线电导体”的说法中使用了“无线电”做前缀，他用这个说法来表示他开发的用于检测电磁波的金属屑检波器。1907 年，李・德富雷斯特（Lee de Forest）用“无线电”一词来描述无线电报，并且这个词后被美国海军采用。到了 20 世纪 20 年代美国首个商业广播电台出现的时候，这个词变成了一个常用词。

[30] J. G. O’Hara and W. Pricha, *Hertz and the Maxwellians* (London: Peter Peregrinus, 1987); Bruce J. Hunt, *The Maxwellians* (Ithaca: Cornell University Press, 1991).

[31] Sungook Hong, *Wireless: From Marconi’s Black-Box to the Audion* (Cambridge, MA: MIT Press, 2001), 5–9.

[32] O’Hara and Pricha, *Hertz and the Maxwellians*, 1.

[33] 尽管各个欧洲仪器制造者都能生产这种管子，然而其中最好的来自德国波恩的玻璃吹制工海因里希・盖斯勒（Heinrich Geissler）；参见：Joseph F. Mulligan, ed., *Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894): A Collection of Articles and Addresses* (New York: Garland, 1994), 57–58n144, as well as Falk Muller, *Gasentladungs-forschung im 19. Jahrhundert* (Berlin: Diepholz, 2004).

[34] William H. Brock, *William Crookes (1832–1919) and the Commercialization of Science* (Burlington, VT: Ashgate, 2008), 236–237.

[35] “A Talk by Nikola Tesla,” *New York Times*, 24 May 1891, and “Tesla’s Experiments with Alternating Currents of High Frequency,” *Electrical Engineer*, 27 May 1891, p. 597, both in TC 3:34–35.

[36] NT, 1891 Columbia lecture, 173–174.

[37] M. K. Wisehart, “Making Your Imagination Work for You,” 64.

第七章注释

[1] “Statement from the Westinghouse Company,” *Electrical World* 17 (24 January 1891): 54.

[2] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 290–291; Jonnes, *Empires of Light: Edison*, 215–237.

[3] O’Neill, *Prodigal Genius*, 78–82. 在 *Empires of Light* (224)中，作者琼斯认为，银行家们也关注威斯汀豪斯曾支付给特斯拉大笔咨询费，并还在花钱在法庭上为特斯拉的专利辩护。但我未发现有证据表明特斯拉在 1890—1891 年间收到过威斯汀豪斯的付款。并且当时也还没有关于特斯拉电动机的重大的专利诉讼，这一切要到 19 世纪 90 年代末才会出现。

[4] Benjamin Garver Lamme, *Electrical Engineer: An Autobiography* (New York: G. P. Putnam’s Sons, 1926), 60–61; Henry G. Prout, *A Life of George Westinghouse* (London: Benn Brothers, 1922), 121–125.

[5] Francis E. Leupp, *George Westinghouse: His Life and Achievements* (Boston: Little, Brown, 1918), 159.

[6] Charles Fairchild to Henry L. Higginson, 6 May 1891, Box XII-3, Folder 1891 CAC, Henry L. Higginson Papers, Baker Library, Harvard Business School, Boston; Carlson, *Innovation as a Social Process*, 291.

[7] O'Neill, *Prodigal Genius*, 81–82. 起初合约的双方是威斯汀豪斯跟特斯拉、佩克和布朗。佩克已于 1890 年去世，那么特斯拉只需说服布朗以实施他撕毁合约的决定。

[8] 在 1903 年一份为其交流电动机专利辩护的证词中，特斯拉被问到是否对专利有过金钱利益方面的关注。他回答说："我现在倒是希望曾有过。"参见：NT, Motor Testimony, 153–154.

[9] Ibid., 235, 163–164.

[10] 特斯拉实验了其他高阻抗、耐热材料包括红宝石按扣。由于激光使用红宝石管，因此有几个特斯拉传记作家声称特斯拉发明了激光；参见：Seifer, *Wizard*, 87 and Hunt and Draper, *Lightning in His Hand*, 236–237.

[11] "Tesla's System of Electric Lighting with Currents of High Frequency," *Electrical Engineer*, 1 July 1891, p. 9 in TC 2:47; NT, "System of Electric Lighting," U.S. Patent 454,622 (filed 25 April 1891, granted 23 June 1891); NT, "Electric Incandescent Lamp," U.S. Patent 455,069 (filed 14 May 1891, granted 30 June 1891).

[12] NT, "Phenomena of Alternating Currents of Very High Frequency," 128 in TC 2:119–122; Elihu Thomson, "Notes on Alternating Currents of Very High Frequency," *Electrical Engineer*, 11 March 1891, 300 in TC 2:137; NT, "Experiments with Alternating Currents of High Frequency," *Electrical Engineer*, 18 March 1891, 336–337 in TC 2:140–141; NT, "Phenomena of Alternating Currents of Very High Frequency," *Electrical World*, 21 March 1891, pp. 223, 225 in TC 2:148–150; Elihu Thomson, "Alternating Currents of High Frequency—A Reply to Mr. Tesla," *Electrical Engineer*, 1 April 1891, pp. 386–387 in TC 2:152–153; and NT, "Phenomena of Currents of High Frequency," *Electrical Engineer*, 8 April 1891, pp. 425–426 in TC 2:157–158.

[13] 汤姆孙 1890 年的演讲（也是在哥伦比亚学院举办），参见："Phenomena of Alternating Current Induction, Electrical Engineer (London), 25 April and 2 May 1890, 332–335, 345–346 in TC 2:60–65; "Annual and General Meeting of the American Institute of Electrical Engineers," *Electrical World* 17 (9 May 1891): 344 in TC 2:166; "Chairmen of the Institute's Committees," *Electrical Engineering* 53 (May 1934): 828–831, on 830.

[14] NT, "System of Electric Lighting," U.S. Patent 454,622 (filed 25 April 1891, granted 23 June 1891); NT, "Electric Incandescent Lamp," U.S. Patent 455,069 (filed 14 May 1891, granted 30 June 1891). 特斯拉国外专利的部分列表，参见：*Catalogue of Tesla's Patents* (Belgrade: NTM, 1987). 法国专利提交于 1891 年 5 月 9 日，而德国专利的日期是 1891 年 5 月 20 日。

[15] 1891 年，哥伦比亚学院（后在 1896 年改名为哥伦比亚大学）的校园位于麦迪逊大道与第四大道之间的 49 街。从 1857 年到 1891 年，法学院名义上是哥伦比亚学院的一部分，然而

实际上是由德怀特单独经营的一所私立学校；因此，在所有关于特斯拉演讲的描述中，地点都被说成是德怀特教授的授课室。参见：Robert A. McCaughey, *Stand, Columbia: A History of Columbia University in the City of New York, 1754–2004* (New York: Columbia University Press, 2003), 138–140, 182–183. 关于哥伦比亚大学的电气工程学的历史，参见：Michael Pupin, *From Immigrant to Inventor* (New York: Charles Scribner's Sons, 1922), 276–285 and James Kip Finch, *A History of the School of Engineering, Columbia University* (New York: Columbia University Press, 1954), 68–70.

[16] Joseph Wetzler, "Electric Lamps Fed from Space, and Flames that Do Not Consume," *Harper's Weekly* 35 (11 July 1891): 524 in TC 3:104–106; "Tesla's Experiments with Alternating Currents of High Frequency," *Electrical Engineer*, 27 May 1891, p. 597 in TC 3:35.

[17] NT, 1891 Columbia lecture, 155–187.

[18] "Alternating Currents of High Frequency," *Electrical Review*, 30 May 1891, p. 185.

[19] NT, 1891 Columbia lecture, 187–190. 特斯拉在演讲前提交的专利申请中说明了该演示背后的基本思想；参见："System of Electric Lighting," U.S. Patent 454,622 (filed 25 April 1891, granted 23 June 1891).

[20] Wetzler, "Electric Lamps Fed from Space," 524; NT, *My Inventions*, 82.

[21] 通过手持铜球，特斯拉确保他的手不会被烧伤。尽管这个生理演示在演讲的公开文字稿中没有被提及，然而它在关于演讲的新闻报道中有描述；参见："A Talk by Nikola Tesla," *New York Times*, 24 May 1891 and "Tesla's Experiments with Alternating Currents of High Frequency," 597, both in TC 3:34–35.

[22] "Alternating Currents of High Frequency," *Electrical Review*, 30 May 1891, 184 in TC 3:37.

[23] NT, "What Is Electricity?" *Literary Digest* 3 (18 July 1891): 319–320 in TC 3:137–138.

[24] "Alternating Current Phenomena," *Engineering*, 12 June 1891, p. 710 in TC 3:46.

[25] "Tesla's Experiments," *Telegraphic Journal and Electrical Review* 29 (24 July 1891): 93–94 in TC 3:142–143.

[26] "Mr. Tesla's New System of Illumination," *Electrical Engineer*, 1 July 1891, p. 11 in TC 3:48.

[27] "Mr. Tesla's High Frequency Experiments," *Industries*, 24 July 1891, p. 86 in TC 3:169.

[28] Wetzler, "Electric Lamps Fed from Space," 524.

[29] "Naturalization Record of Nikola Tesla," 30 July 1891, Naturalization Index, NYC Courts, http://www.footnote.com/spotlight/1093.

[30] NT, Radio Testimony, p. 7.

[31] A. E. Dolbear, "Mode of Electric Communication," U.S. Patent 350,299 (filed 24 March 1882, granted 5 October 1886).

[32] *Hawkins Electrical Guide* (New York: Theo. Audel, 1915), 9:2264–2265.

[33] NT, Radio Testimony, 9.

[34] Ibid.

[35] 1892 Lecture, 226–232, 237–274, 282–285.

[36] NT, "Notes on a Unipolar Dynamo," *Electrical Engineer*, 2 September 1891, p. 258 in TC 3:175 and TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 465–474.

[37] 1892 Lecture, 233–235.

[38] NT, Radio Testimony, 12.

[39] NT, Radio Testimony and "The True Wireless."

[40] J. A. Fleming, *The Principles of Electric Wave Telegraphy* (New York: Longmans, Green 1906), 426–427.

第八章注释

[1] NT, *My Inventions*, 82; "Progress of Mr. Tesla's High Frequency Work," *Electrical World*, 9 January 1892, p. 20 in TC 4:72.

[2] Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 454–456; "Priority in Alternating Current Motors," *Electrical Engineer* (London), 24 September 1891, p. 292 in TC 4:25.

[3] Carl Hering, "Electrical Practice in Europe as Seen by an American—IV," *Electrical World* 18 (19 September 1891): 193–195, on 194 in TC 4:4–8.

[4] 多利沃-多布罗沃尔斯基开发了感应电动机中常用的 Y 形和三角形连接，并分别称之为星形和网形连接；参见：Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 52–53, 456–458. 对此的现代做法，可参见：Pansini, *Basics of Electric Motors*, 46–47.

[5] Hughes, *Networks of Power*, 129–135; Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 456–471; Georg Siemens, *History of the House of Siemens* (Munich: Karl Alber, 1957), 1:120–123.

[6] C.E.L. Brown, "Reasons for the Use of the Three-Phase Current in the Lauffen-Frankfort Transmission," *Electrical World* 18 (7 November 1891): 346 in TC 4:34.

[7] "Mr. Tesla and Rotary Currents," *Electrical Engineer* (London), 29 January 1892, pp. 111–112 in TC 4:78–79.

[8] Hering, "Electrical Practice in Europe," 194. See also "Tesla Motors in Europe," *Electrical Engineer* (NY), 26 September 1892, p. 291 in TC 5:149.

[9] "Progress of Mr. Tesla's High Frequency Work," *Electrical World*, 9 January 1892, p. 20 in TC 4:72; "Mr. Tesla's Experiments," *Electrical Engineer* (London), 18 December 1891, p. 578 in TC 4:59; "Adoption of Report," *Journal of the Institution of Electrical Engineers* 20 (10 December 1891): 600.

[10] NT, *My Inventions*, 94.

[11] Seifer, *Wizard*, 84.

[12] See "Mr. Tesla and Rotary Currents," *Electrical Engineer* (London), 29 January 1892, pp. 111–112 in TC 4:78–79. 注意这里的引文是来自记者而不是特斯拉的。

[13] William Crookes, “Some Possibilities of Electricity,” *Fortnightly Review* 102, n.s. (1 February 1892): 173–181, on 174 in TC 4:81–85. 关于这篇文章的背景分析，参见：Graeme Gooday, “Liars, Experts, and Authorities,” *History of Science* 46 (2008): 431–456, on 441–449.

[14] “Notes,” *The Electrician*, 5 February 1892 in TC 4:158; “Mr. Tesla’s Lectures on Alternate Current of High Potential and Frequency,” *Nature* 45 (11 February 1892): 345–347 in TC 4:166–167.

[15] NT, *My Inventions*, 82. 关于迪尤尔，参见以下工具书中的相应条目：*Dictionary of Scientific Biography*, 4:78–81.

[16] 关于特斯拉 1892 年 2 月在皇家学院舞台上所用装置的照片，参见：figure 25, “Hidden in Plain Sight: Nikola Tesla’s ‘Radiant Energy’ Devices,” http://amasci.com/tesla/tesray1.html.

[17] Reginald O. Kapp, “Tesla’s Lecture at the Royal Institution of Great Britain, 1892,” in *Tribute to Nikola Tesla*, pp. A300–A305, on A303.

[18] “Alternate Currents of High Frequency,” *Engineering*, 5 February 1892, pp. 171–172 in TC 4:159–160. Quotes are from 1892 Lecture, 198–199. 观众包括约瑟夫・汤姆孙、奥利弗・亥维赛、西尔维纳斯・P. 汤普森、约瑟夫・斯万、约翰・安布罗斯・弗莱明、詹姆斯・迪尤尔、威廉・普利斯爵士、奥利弗・洛奇、威廉・克鲁克斯爵士，以及开尔文男爵；参见：“Mr. Tesla before the Royal Institution, London,” *Electrical Review* (NY), 19 March 1892, p. 57 in TC 5:27. 在 *William Crookes* 一书中，William H. Brock (p. 264)认为，特斯拉可能读过克鲁斯克的这篇论文：“On Radiant Matter” [lecture to British Association at Sheffield] in *Chemical News* 40 (29 August and 16 September 1879): 91–93, 104–107, 127–131.

[19] “Alternate Currents of High Frequency,” 171–172.

[20] Ibid.; 1892 Lecture, 212–216.

[21] “Mr. Tesla’s Lectures on Alternate Currents of High Potential and Frequency,” *Nature*, 11 February 1892, p. 345 in TC 4:166.

[22] 1892 Lecture, 226–231, on 230. 特斯拉很可能指的是改善跨大西洋电缆的运作，而不是横跨大西洋无线发送消息。

[23] Ibid., 232–236, on 232.

[24] 1892 Lecture, 236–287; “Alternate Currents of High Frequency,” 172.

[25] A. P. Trotter, “Reminiscences,” SC MSS 66, p. 532, Institution of Electrical Engineers Archives, London.

[26] “Alternate Currents of High Frequency,” 172; “Electric Light and Electric Force,” *The Spectator*, 6 February 1892, p. 193 in TC 4:164.

[27] 1892 Lecture, 288–289; NT, Radio Testimony, 95.

[28] “Mr. Tesla and Vibratory Currents,” *Electrical Engineer* (London), 12 February 1892, p. 157 in TC 4:168.

[29] “Mr. Tesla’s Lecture,” *Electrical Review* (London), 12 February 1892, p. 192 in TC 4:173.

[30] NT, *My Inventions*, 82.

[31] Trotter, "Reminiscences," 536.

[32] J. A. Fleming to NT, [5 February] 1892, *NT Tribute*, LS-13.

[33] W. H. Brock, entry for William Crookes, *Dictionary of Scientific Biography*, 3:474–482, on 476; NT, *My Inventions*, 104.

[34] E. Raverot, "Tesla's Experiments with Alternating Currents of High Frequency," *Electrical World* 19 (26 March 1892): 210–213 in TC 5:30–34.

[35] "Mr. Tesla's Experiments of Alternating Currents of Great Frequency" [translation of Hospitalier's report in *La Nature*], *Scientific American*, 26 March 1892, pp. 195–196 in TC 5:35–38; "Tesla's Experiments," *Electrical Review* (NY) 20 (9 April 1892): 89 in TC 5:48.

[36] A. Blondel to Monsieur le President, 20 May 1936, in *Tribute to Nikola Tesla*, LS-69; "Tesla Motors in Europe," *Electrical Engineer* (NY), 26 September 1892, p. 291 in TC 5:149; NT to GW, 12 September 1892, LC; NT to JJA, 6 January 1899, in Seifer, *Wizard*, 210–211.

[37] William Crookes to NT, 5 March 1892, in *NT Tribute*, LS-12.

[38] NT, *My Inventions*, 94– 95.

[39] O'Neill, *Prodigal Genius*, 101; Mrkich, *Tesla: The European Years*, 83.

[40] NT, *My Inventions*, 104.

[41] 关于特斯拉对这个梦的解释，参见：NT to G. S. Viereck, 17 December 1934, Benson Ford Research Center, Henry Ford Museum, Dearborn, MI. 也可参见：NT, *My Inventions*, 105.

[42] Mrkich, *Tesla: The European Years*, 85–86.

[43] NT to Pajo Mandic, 20 April 1892 in Serbian edition of NTM, *Nikola Tesla: Correspondence with Relatives* (Belgrade: NTM, 1993), 37. For translation into English, see Nicholas Kosanovich, trans., *Nikola Tesla: Correspondence with Relatives* (N.p.: Tesla Memorial Society, 1995), 26. 在《电气工程师》的个人专栏中，特斯拉写道，他"经受着严重的丧母之恸"。参见：*Electrical Engineer* (NY), 27 April 1892, p. 439 in TC 5:78.

[44] Pribic, "Human Side of Tesla," 25.

[45] "Tesla Motors in Europe," *Electrical Engineer* (NY), 26 September 1892, p. 291 in TC 5:149; Seifer, *Wizard*, 95; NT to GW, 12 September 1892, Tesla Papers (microfilm), LC, Reel 7.

[46] "Honors to Nikola Tesla from King Alexander I," *Electrical Engineer*, 1 February 1893, 125 in TC 6:70; Pribic, "Human Side of Tesla," 25; A.P.M. Fleming, "Nikola Tesla," *Journal of the Institution of Electrical Engineers* 91 (February 1944): 58ff., reprinted in *Tribute to Nikola Tesla*, A215–A230, on A215. 特斯拉的家人没有出席在贝尔格莱德的仪式，而是在报纸上读到报道；参见：Marica Kosanović to NT, 4 December 1892, in *Correspondence with Relatives*, 40–41 (Serbian ed.) and 29 (English ed.).

[47] TCM, "Nikola Tesla," *Century Magazine* 47 (February 1894): 582–585, on 584 in TC 9:1–4.

[48] NT, "The True Wireless," 62; Johanna Hertz, arr., *Heinrich Hertz: Memoirs, Letters, Diaries*, 2nd enl. ed., prepared by M. Hertz and C. Susskind, trans. L. Brinner, M. Hertz, and C. Susskind (San Francisco: San Francisco Press, 1977), 323–325. 在波恩拜访了赫兹之后，特斯拉参加了英国科学促进协会的年会；参见："The Edinburgh Meeting of the British Association," *Electrical World* 20 (1892): 114.

[49] NT, *My Inventions*, 82–83.

第九章注释

[1] "Mr. Nikola Tesla," *Electrical Engineer* (NY), 31 August 1892, p. 202 in TC 5:145.

[2] 特斯拉从阿斯特豪斯搬到格拉克酒店的时间是基于 1892 年 9 月 12 日和 27 日致 GW 信件的信头；在 9 月 27 日的信中 NT 要求把设备运往第五大道南。关于第五大道南的新实验室，参见：Walter T. Stephenson, "Nikola Tesla and the Electric Light of the Future," *The Outlook*, 9 March 1895, pp. 384–386, on 384 in TC 9:116–118. 关于格拉克酒店，参见："Mr. and Mrs. Gerlach Assign. Owners of Hotel Unable to Carry Heavy Debts Any Longer," *New York Times*, 3 June 1894 and Moses King, *King's Handbook of New York City, 1893*, 1:230. 格拉克酒店建筑还在，现在被称为无线电波大厦，参见："The Beautiful New York City Where Tesla Spent 60 Years of His Life," http://www.teslasociety.com/beautifulnyc.htm.

[3] Passer, *The Electrical Manufacturers*, 280–281; Thompson, *Polyphase Electric Currents*, 181–182.

[4] Lamme, *An Autobiography*, 60– 61; Passer, *The Electrical Manufacturers*, 279.

[5] Charles F. Scott, "Long Distance Transmission for Lighting and Power," *Electrical Engineer* 13 (15 June 1892): 601–603; Franklin L. Pope, "Electricity," *Engineering Magazine*, August 1892, pp. 710–711 in TC 5:139.

[6] Jonnes, *Empires of Light*, 247–261.

[7] Trumbull White and William Ingleheart, *The World's Columbian Exposition: Chicago, 1893* (Philadelphia: Monarch Book Company, 1893), 305–306.

[8] 正如怀特和英格尔哈特注意到的："西屋的人很迟才表示要参加展览，这是因为他们担心这个重大的白炽灯合同会占用他们全部的时间和资金。"参见：*The World's Columbian Exposition*, 316.

[9] NT to GW, 12 September 1892, LC.

[10] See NT to Westinghouse Electric Co., 27 September and 2 December 1892, LC.

[11] [Oswald] Villard, *Memoirs of Henry Villard*, 2 vols. (Westminster: Archibald Constable, 1904); Alexandra Villard de Borchgrave and John Cullen, *Villard: The Life and Times of an American Titan* (New York: Nan A. Talese/Doubleday, 2001); Carlson, *Innovation as a Social Process*, 291–297.

[12] NT to H. Villard, 10 October 1892, Henry Villard Papers, MS Am 1941–1941.3, Houghton Library, Harvard University.

[13] Passer, *The Electrical Manufacturers*, 282.

[14] deLancey Rankine, *Memorabelia of William Birch Rankine* (Niagara Falls, NY: Power City Press, 1926).

[15] Charles F. Scott, "Personality of the Pioneers of Niagara Power," 31 March 1938, Western New York Historical Materials, National Grid USA, Syracuse, NY (hereafter cited as National Grid Collection).

[16] "Edward Dean Adams," *Time*, 27 May 1929, http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,927947,00.html; Christopher Kobrak, *Banking on Global Markets: Deutsche Bank and the United States, 1870 to the Present* (New York: Cambridge University Press, 2008), 70–71; Edward Everett Bartlett, *Edward Dean Adams* (New York: Privately printed, 1926), 10–11.

[17] Jonnes, *Empires of Light*, 283.

[18] EDA, *Niagara Power: History of the Niagara Falls Power Company, 1886–1918* (Niagara Falls: Privately printed for the Niagara Falls Power Company, 1927), 1:146; Steven Lubar, "Transmitting the Power of Niagara: Scientific, Technological, and Cultural Contexts of an Engineering Decision," *IEEE Technology and Society Magazine*, March 1989, pp. 11–18, on 14.

[19] Adams, *Niagara Power*, 2:191.

[20] NT to GW, 2 December 1892, LC.

[21] Lamme, *Autobiography*, 60–64; Hughes, *Networks of Power*, 121–122.

[22] Westinghouse Electric and Manufacturing Co., *Transmission of Power: Polyphase System, Tesla Patents* (trade catalog, ca. January 1893).

[23] NT, Edison Medal Speech.

[24] NT to EDA, 9 January 1893, National Grid Collection. W. C. 昂温是伦敦的一位工程学教授，并且跟开尔文一样，也是亚当斯所设立的国际尼亚加拉委员会的成员。

[25] NT to EDA, 2 February 1893, National Grid Collection.

[26] NT to EDA, 6 February 1893, National Grid Collection.

[27] F. H. Betts to [EDA], 11 March 1893, quoted in Adams, *Niagara Power*, 2:241.

[28] NT to EDA, 12 March 1893, National Grid Collection.

[29] NT to EDA, 21 March 1893; NT to E. D. Adams, 12 and 22 March 1893, National Grid Collection; Adams, *Niagara Power*, 2:235–236.

[30] Adams, *Niagara Power*, 2:233–235.

[31] NT to EDA, 26 March 1893, National Grid Collection.

[32] NT to EDA, 11 May 1893, National Grid Collection.

[33] TCM, *Inventions, Researches, and Writings*, 477–485.

[34] Passer, *The Electrical Manufacturers*, 281–282.

[35] Ibid., 290–292; Lamme, *Autobiography*, 64–66; Chas. A. Bragg to NT, 10 November 1893, Folder 7, Box 18, KSP.

[36] P. M. Lincoln, "Some Reminiscences of Niagara," *Electrical Engineering*, May 1934, pp. 720–725, on 720; Rankine, *Memorabelia of William Birch Rankine*, 28–30.

[37] Norman R. Ball, *The Canadian Niagara Power Company Story* (Erin, Ontario: Boston Mills Press, 2006); William J. Hausman et al., *Global Electrification: Multinational Enterprise and International Finance in the History of Light and Power, 1878–2007* (New York: Cambridge University Press, 2008), 18.

[38] David E. Nye, *American Technological Sublime* (Cambridge, MA: MIT Press, 1994), 13–15, 21–23, 135–137.

[39] "Tesla's Work at Niagara," *New York Times*, 16 July 1895.

第十章注释

[1] NT, "On Light and Other High Frequency Phenomena," in TCM, *Invention, Researches, and Writings*, 294–373 (hereafter cited as NT, 1893 lecture).

[2] "The Tesla Lecture in St. Louis," *Electrical Engineer* 15 (8 March 1893): 248–249 in TC 6:75–76.

[3] NT, 1893 lecture, 318–320.

[4] NT, Radio Testimony, 87.

[5] "The Tesla Lecture in St. Louis," 249; George Heli Guy, "Tesla, Man and Inventor," *New York Times*, 31 March 1895 in TC 9:140–142, on 142.

[6] NT, 1893 lecture, 346. 特斯拉提到的"狂热分子"很可能指的是马伦・卢米斯（Mahlon Loomis），因为他提出了大气感应电话。1886 年，卢米斯在弗吉尼亚州相隔 22 公里的两座山之间发送了信号。他在 1872 年获得了关于这一想法的专利，但在融资方面游说国会失败了。参见：Orrin E. Dunlap, Jr., *Radio's 100 Men of Science: Biographical Narratives of Pathfinders in Electronics and Television* (New York: Harper & Brothers, 1944), 58–59.

[7] NT, "The True Wireless," 29.

[8] NT, 1893 lecture, 346.

[9] Ibid., 341, 344–345.

[10] Ibid., 347; NT, Radio Testimony, 23–26.

[11] NT, Radio Testimony, 23.

[12] "Nikola Tesla's Lecture," *Electrical Industries*, 31 October 1893, pp. 5–6 in TC 8:92–93.

[13] NT, Radio Testimony, 36–47; TCM, "Tesla's Oscillator and Other Inventions," *The Century Magazine* 46 (April 1895): 916–933, on 920 in TC 9:143–159.

[14] NT, "Reciprocating Engine," U.S. Patent 514,169 (filed 13 August 1893, granted 6 February 1894); "Electrical Generator," U.S. Patent 511,916 (filed 19 August 1893, granted 2 January

1894); “Steam Engine,” U.S. Patent 517,900 (filed 29 December 1893, granted 10 April 1894); “Stages and Types of the Tesla Oscillator,” *Electrical Engineer* 19 (3 April 1895): 301–304 in TC 10:165–168; “Mr. Tesla’s Lecture on Mechanical and Electrical Oscillators,” *Electrical Engineer* 41 (30 August 1893): 208 in TC 8:59.

[15] TCM, “Tesla’s Oscillator,” fig. 2.

[16] See “Nikola Tesla’s Work,” *New York Sun*, 3 May 1896 in TC 11:64–65, on 64; TCM, “Tesla’s Oscillator,” 919–920; and Tesla’s remarks in “Meeting of the New York Electrical Society,” *Electrical World*, 9 December 1893, pp. 444–446 in TC 8:136–139, on 138.

[17] W. Garrett Scaife, *From Galaxies to Turbines: Science, Technology, and the Parsons Family* (Philadelphia: Institute of Physics, 2000), 152–426.

[18] 特斯拉在以下资料中比较了他的振荡器与已有的蒸汽涡轮机：“Meeting of the New York Electrical Society,” 138.

[19] NT, “Method and Apparatus for Electrical Conversion and Distribution,” U.S. Patent 462,418 (filed 4 February 1891, granted 3 November 1891).

[20] NT, “Means for Generating Electric Currents,” U.S. Patent 514,168 (filed 2 August 1893, granted 6 February 1894).

[21] 1892 Lecture, 209–212. 伊莱休·汤姆孙设计了一个采用磁铁来保护照明电路免受雷击的类似的设备；参见：David Woodbury, *Beloved Scientist: Elihu Thomson, Guiding Spirit of the Electrical Age* (New York: Whittlesey House, 1944), 124–125.

[22] NT, “Meeting of the New York Electrical Society,” 138.

[23] NT, “Mechanical Therapy,” undated typescript, 184–187, on 185 in “Tesla Papers, Columbia” folder, Box 1, Anderson Collection, and http://www.rexresearch.com/teslamos/tmosc.htm.

[24] See Robert Pack Browning et al., eds., *Mark Twain’s Notebooks & Journals, vol. 3, 1883–1891* (Berkeley: University of California Press, 1979), 431. 吐温于 1889 年买下了佩奇排版机的专利权并继续支持佩奇的开发工作，不过佩奇的机器没能成功地竞争过奥特马尔·默根特勒（Ottmar Merganthaler）的整行铸造排字机（Linotype machine）。佩奇排版机和其他几个不良投资一起令吐温于 19 世纪 90 年代破产。参见：Stephen Railton, “MT and the Paige Typesetter,” http://etext.virginia.edu/railton/yankee/cymach6.html and John H. Lienhard, “No. 50: The Paige Compositor,” Engines of Our Ingenuity, http://www.uh.edu/engines/epi50.htm.

[25] NT, “Mechanical Therapy,” 186.

[26] Earl Sparling, “Nikola Tesla, at 79, Uses Earth to Transmit Signals,” *New York World-Telegram*, 11 July 1935, “Nikola Tesla: Mechanical Oscillator,” http://www.rexresearch.com/teslamos/tmosc.htm. 探索频道的《流言终结者》节目第 60 集（2006 年 8 月 30 日播出）检视了特斯拉关于他创造出“地震机”的声明。他们在一座建于 1927 年的桥上测试了被称为机械共振的物理现象。尽管他们在多米开外能感觉到桥在振动，然而没有发现“特别剧烈”的效应。参见：http://dsc.discovery.com/fansites/mythbusters/episode/episode-tab-05.html.

[27] NT, Radio Testimony, 48–60; NT, "Means for Generating Electric Currents," U.S. Patent 514,168 (filed 2 August 1893, granted 6 February 1894). 就控制器而言，特斯拉的最终努力成果是一系列水银断续器，"在其中，一条薄的水银离心带旋转冲击一个三叶片轴以完成快速开合"。一位特斯拉专家说，这些断续器"利用绝对经济的可移动部件实现了良好调节与高速度"的兼顾。参见：NT, "Electric Circuit Controller," U.S. Patent 609,247 (filed 14 March 1898, granted 16 August 1898) and Jim Glenn, ed., *The Complete Patents of Nikola Tesla* (New York: Barnes & Noble, 1994), 231.

[28] NT, Radio Testimony, 52.

[29] Ibid., 68, 62.

[30] Ibid., 62.

[31] TCM, "Tesla's Oscillator," 927.

[32] 这些专业团体包括建筑师学会和美国电疗协会；参见：NT, Radio Testimony, 59 and "An Evening in Tesla's Laboratory," *Electrical Engineer* (NY) 18 (3 October 1894): 278–279 in TC 9:82–83.

[33] Walter T. Stephenson, "Nikola Tesla and the Electric Light of the Future," *The Outlook*, 9 March 1895, pp. 384–386, on 385 in TC 9:116–118.

[34] NT to Pajo Mandic, 30 November 1893, in *Tesla Correspondence with Relatives*, 39.

第十一章注释

[1] Wyn Wachhorst, *Thomas Alva Edison: An American Myth* (Cambridge, MA: MIT Press, 1981); Charles Bazerman, *The Languages of Edison's Light* (Cambridge, MA: MIT Press, 1999); Frederick Dalzell, *Engineering Invention: Frank J. Sprague and the U.S. Electrical Industry* (Cambridge, MA: MIT Press, 2010).

[2] Stanley M. Guralnick, "The American Scientist in Higher Education, 1820–1910," in *The Sciences in the American Context: New Perspectives*, ed. N. Reingold (Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1979), 99–142; Graeme Gooday, "Liars, Experts and Authorities," *History of Science* 46 (December 2008): 431–456; Olivier Zunz, *Making America Corporate, 1870–1920* (Chicago: University of Chicago Press, 1990).

[3] Burton Bledstein, *The Culture of Professionalism: The Middle Class and the Development of Higher Education in America* (New York: W. W. Norton, 1976).

[4] "T. Commerford Martin," *AIEE Electrical Engineering* 53 (May 1934): 789.

[5] TCM and Joseph Wetzler, *The Electric Motor and Its Applications* (New York: W. J. Johnston Company, 1889).

[6] "Scientists Honor Nikola Tesla," *New York Herald*, 23 April 1893 in TC 6:91–93.

[7] TCM, *Mr. Martin's Lawsuit: Its Object Cash, No Vindication. Wasted Exertion, How and Why It*

Failed (New York: Electrical World, 1891); National Reporter System, *New York Supplement* [of Decisions by New York State Superior, Appeals, and Supreme Courts], (1893–1994), vol. 26, pp. 1105–1108.

[8] NT to Petar Mandic, 8 December 1893 and NT to Simo Majstorovic (cousin), 17 May 1893, both in *Tesla Correspondence with Relatives*, 41, 35.

[9] TCM, *Inventions, Researches, and Writings*; "Tesla and His Researches," *New York Times*, 22 January 1894 in TC 8:175.

[10] TCM to NT, 6 February 1894, in Seifer, *Wizard*, 129.

[11] "Third Edition of 'The Inventions, Researches, and Writing of Nikola Tesla,' " *Electrical Engineer* 19 (6 February 1895): 124 in TC 9:105; TCM, *Nikola Teslas Untersuchungen über Mehrphasenströme und über Wechselströme hoher Spannung und Frequenz* (Halle: A. S. Knapp, 1895); TCM to Elihu Thomson, 16 January 1917, in Harold J. Abrahams and Marion B. Savin, eds., *Selections from the Scientific Correspondence of Elihu Thomson* (Cambridge, MA: MIT Press, 1971), 352.

[12] On Bettini, see http://en.wikipedia.org/wiki/Gianni_Bettini. See also TCM to NT, 6 February 1894, in Seifer, *Wizard*, 138.

[13] Seifer, *Wizard*, 139; NT to S. S. McClure, 11 March 1893, Clifton Waller Barrett Library, accession #13114, Special Collections Library, University of Virginia.

[14] "Robert U. Johnson, Poet, Is Dead at 84," *New York Times*, 15 October 1937.

[15] NT to RUJ, 7 December 1893, in Seifer, *Wizard*, 124; NT to RUJ, 8 January 1894, KSP.

[16] Seifer, *Wizard*, 123; RUJ, *Remembered Yesterdays* (New York: Little, Brown, 1923), 401.

[17] NT, "Zmai Iovan Iovanovich," *The Century Magazine* 48 (May 1894): 130–131; "Luka Filipov: Paraphrased from the Servian of Zmai Iovan Iovanovich, after Literal Translation by Nikola Tesla," *The Century Magazine* 49 (February 1895): 528–530; RUJ, *Songs of Liberty and Other Poems* (New York: The Century Co., 1897).

[18] RUJ, *Remembered Yesterdays*, 400.

[19] TCM, "Nikola Tesla," *The Century Magazine* 47 (February 1894): 582–586 in TC 9:1–4.

[20] TCM to RUJ, 7 February 1894 and TCM to NT, 17 February 94, in Seifer, *Wizard*, 129.

[21] NT to RUJ, 15 February 1894, Bakken Museum of Electricity, Minneapolis.

[22] NT, New York Academy of Sciences Lecture, 31.

[23] On Jefferson and Crawford, see http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Jefferson and http://en.wikipedia.org/wiki/Francis_Marion_Crawford.

[24] TCM, "Tesla's Oscillator and Other Inventions," 928.

[25] NT to RUJ, 2 May 1894, in Seifer, *Wizard*, 128; NT to KJ, 2 May 1894, in Cheney, *Tesla: Man out of Time*, 95.

[26] Martin, "Tesla's Oscillator."

[27] Arthur Brisbane, “Our Foremost Electrician,” *New York World*, 22 July 1894, p. 1; John Foord, “Nikola Tesla and His Work,” *New York Times*, 30 September 1894; and Curtis Brown, “A Man of the Future,” *Savannah Morning News*, 21 October 1894, all in TC 9:44–48, 64–67, 84–87; TCM, “The Burning of Tesla’s Laboratory,” *Engineering Magazine*, April 1895, pp. 101–104, on 101 in TC 9:162–164.

[28] Brown, “Man of the Future,” 84–85.

[29] Franklin Institute, Cresson Medal Citation, 6 December 1893, in NTM, *Tribute to Nikola Tesla Presented in Articles, Letters, Documents* (Beograd: NTM, 1961), D3–D5.

[30] H. G. Osborn to Seth Low, 30 January 1894 and TCM to RUJ, 7 February 1894, both in Seifer, *Wizard*, 129–130.

[31] RUJ to H. G. Osborn, 7 May 1894, Box 6, Folder 9, KSP; *Tribute to Nikola Tesla*, D6, D7.

[32] NT, Radio Testimony, 72; Bartlett, *Edward Dean Adams*, 11.

[33] Ernest K. Adams, “Nikola Tesla,” *Yale Scientific Monthly*, February 1895, pp. 217–220 in TC 9:102–105; O’Neill, *Prodigal Genius*, 124.

[34] “The Nikola Tesla Company,” *Electrical Engineer*, 13 February 1895, p. 149 in TC 9:109. 虽然《电气工程师》报道公司资本为5000美元，但董事中的多数于1895年2月在《纽约时报》（p. 11）上发了一个通知，打算召开会议，把资本提高到500 000美元。

[35] See “Tesla Motors in Europe,” *Electrical Engineer* (NY), 26 September 1892, p. 291 in TC 5:149 and NT to GW, 12 September 1892, LC.

[36] NT to JJA, 6 January 1899 in Seifer, *Wizard*, 210–211.

[37] Passer, *The Electrical Manufacturers*, 328; Carlson, *Innovation as a Social Process*, 304.

[38] W. Bernard Carlson, “Thomas Edison as a Manager of R&D: The Development of the Alkaline Storage Battery, 1899–1915,” *IEEE Technology and Society* 12 (December 1988): 4–12.

[39] Guy, “Tesla, Man and Inventor.”

[40] NT, Radio Testimony, 56.

[41] TCM, “Tesla’s Oscillator,” A28; NT, Radio Testimony, 56.

[42] NT, Radio Testimony, 140.

[43] 事实上，洛奇基本上反对把设备接地，因为那会对他试图达成谐振或调谐造成干扰。而马可尼尽管在 1896 年之后把设备接地，但他更关注的是通过构建更大的天线和提高发射机的功率来远距离传输电磁波。参见：Aitken, *Syntony and Spark*, 193–197.

[44] NT, Radio Testimony, 72–73; NT, “Coil for Electro-Magnets,” U.S. Patent 512,340 (filed 7 July 1893, granted 9 January 1894).

[45] NT, Radio Testimony, 73–74; TCM, “Tesla’s Oscillator,” A32.

[46] TCM, “Tesla’s Oscillator,” A32.

[47] Ibid.

第十二章注释

[1] Paul R. Baker, *Stanny: The Gilded Life of Stanford White* (New York: Free Press, 1989); Leland M. Roth, *McKim, Mead & White: A Building List* (New York: Garland, 1978).

[2] Baker, *Stanny*, 135–137; Stanford White to NT, 25 February 1894, in Seifer, *Wizard*, 159–160; Stanford White to The Players, 25 February 1894, in Baker, *Stanny*, 137.

[3] Stanford White to NT, 5 February 1895 and White to NT, 2 March 1895, in Seifer, *Wizard*, 160.

[4] "Tesla's Laboratory Burned," *Electrical Review*, 20 March 1895, p. 145 in TC 9:127.

[5] Stephenson, "Tesla and the Electric Light of the Future," 384.

[6] "Fruits of Genius Were Swept Away," *New York Herald*, 14 March 1895 and TCM, "The Burning of Tesla's Laboratory," *Engineering Magazine*, April 1895, pp. 101–104 in TC 9:119, 162–164.

[7] "Fruits of Genius Were Swept Away."

[8] KJ to NT, 14 March 1895, in Cheney and Uth, *Tesla*, 53.

[9] *New York Sun*, 14 March 1895 in TC 9:121.

[10] Guy, "Tesla, Man and Inventor," 142.

[11] "Tesla's Laboratory Burned."

[12] 我没有使用表示现代精神病学中特定做法的术语"电击"（electroshock）或"电休克疗法"（electroconvulsive therapy），而是有意选择使用更通用的术语"电疗"（electrotherapy），这是因为我们对特斯拉所做治疗的具体细节并无了解。电休克疗法是在 20 世纪 30 年代被提出来的，尽管有争议，现在仍被用于治疗严重的抑郁症。关于电休克疗法，参见：http://en.wikipedia.org/wiki/Electroshock_therapy.

[13] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 29.

[14] Jennie Melvene Davis, "Great Master Magician Is Nikola Tesla," *Comfort*, May 1896, in Seifer, *Wizard*, 158; undated *New York Herald* article quoted in Cheney, *Tesla: Man out of Time*, 107.

[15] "Nikola Tesla's Work," *New York Sun*, 3 May 1896 in TC 11:64–65, on 64.

[16] O'Neill, *Prodigal Genius*, 123; "Nikola Tesla's Work."

[17] 关于这个重新设计的特斯拉线圈，参见：NT, NY Academy of Sciences Lecture, 41–45. 这个设备的一张照片，参见：http://www.electrotherapymuseum.com/2007/Oscillator/images/Tesla%20Oscillator%202.jpg. 也可参见："Tesla's Electric Oscillator," 13 September 1896, *New York Tribune* in TC 11:120. 关于这张肖像照，参见："Tesla's Important Advances," *Electrical Review*, 20 May 1896, p. 263 in TC 11:68.

[18] NT, NY Academy of Sciences Lecture, 31.

[19] Edward Ringwood Hewitt, *Those Were the Days: Tales of a Long Life* (New York: Duell, Sloan and Pearce, 1943), 199.

[20] Eugene W. Caldwell, "A Brief History of the X-Ray," *Electrical Review* 38 (12 January 1901): 78–79; E.R.N. Grigg, *The Trail of the Invisible Light: From X-Strahlen to Radio(bio)logy* (Springfield,

IL: Charles C. Thomas, 1965), 3–4, 9–10; David J. DiSantis, “Early American Radiology: The Pioneer Years,” *American Journal of Radiology* 147 (October 1986): 850–853, on 850.

[21] Hewitt, *Those Were the Days*, 199.

[22] NT, NY Academy of Sciences Lecture, 32.

[23] NT, “On Roentgen Rays—Latest Results,” *Electrical Review* 28 (18 March 1896): 147.

[24] Edward R. Hewitt to NT, 18 March [1896] and n.d., Box 8, Folder 4, KSP.

[25] NT, “Tesla on Roentgen Rays,” *Electrical Review* 28 (11 March 1896): 131, 135 in TC 10:151–154; DiSantis, “Early American Radiology,” 851.

[26] NT, “On the Hurtful Actions of Lenard and Roentgen Tubes,” *Electrical Review*, 5 May 1897, reprinted in NY Academy of Sciences Lecture, 90; Maja Hrabak et al., “Nikola Tesla and the Discovery of X-rays,” *Radiographics* 28 (2008): 1189–1192, on 1190–1191.

[27] See the following articles by NT in *Electrical Review*: “Roentgen Ray Investigations,” 22 April 1896; “An Interesting Feature of X-Ray Radiations,” 8 July 1896; “Roentgen Rays or Streams,” 12 August 1896; NT, “On the Source of Roentgen Rays and the Practical Construction and Safe Operation,” 11 August 1897; all reprinted in NT, *X-Ray Vision: Nikola Tesla on Roentgen Rays* (Radford, VA: Wilder Publications, 2007).

[28] Carlson, *Innovation as a Social Process*, 322–328.

[29] Lisa Nocks, *The Robot: The Life Story of a Technology* (Westport, CT: Greenwood Press, 2007), 3.

[30] NT, “Tesla Describes His Efforts in Various Fields of Work,” *Electrical Review*, 30 November 1898, pp. 344–345, available at http://www.tesla.hu; NT, *My Inventions*, 102.

[31] NT, *My Inventions*, 106; NT, “Tesla Describes His Efforts.”

[32] NT to Benjamin F. Miessner, 29 September 1915, in Misc. Mss. Collection, Tesla, LC, and reprinted in Leland I. Anderson, ed., *Nikola Tesla: Guided Weapons & Computer Technology* (Breckenridge, CO: Twenty-First Century Books, 1998), 227–229; Branimir Jovanović, “Nikola Tesla—Hundred Years of Remote Control,” in Branimir Jovanović et al., *Nikola Tesla: One Hundred Years of Remote Control* (Beograd: NTM, 1998), 88–101, on 89.

[33] NT to Miessner, 29 September 1915.

[34] 特斯拉可能是从时任海军部副部长的西奥多·罗斯福那里了解到海军军备竞赛的。1897年11月，罗斯福在德尔莫尼科当着海军建筑师学会做了一次演讲，呼吁美国应当有一支更为强大的海军。此外，特斯拉是罗斯福的妹妹科琳·罗宾逊（Corinne Robinson）的朋友，而且我们知道特斯拉至少在 1899 年见过罗斯福一次；他告诉科琳说：“见到你哥哥并且倾听他那富于启发性的谈话，真是莫大的荣幸。”参见：“Roosevelt on the Navy,” *New York Times*, 13 November 1897 and NT to Mrs. Robinson, 6 March 1899, Corinne (Roosevelt) Robinson Papers, MS Am 1785 (1362), Houghton Library, Harvard University, Cambridge, MA.

[35] “Pre-dreadnought Battleship,” http://en.wikipedia.org/wiki/Pre-dreadnought.

[36] "Tesla Declares He Will Abolish War," *New York Herald*, 8 November 1898 in TC 13:138–140, on 139.

[37] 我非常感谢安东尼奥·佩雷斯·尤斯蒂（Antonio Pérez Yuste）让我注意到这种区别。根据尤斯蒂的研究，遥控领域的关键先行人物是西班牙工程师莱奥纳多·托里斯-克维多（Leonardo Torres y Quevedo）；参见：Yuste, "Early Developments of Wireless Remote Control: The Telekino of Torres Quevedo," *Proceedings of the IEEE*, 96 (January 2008): 186–189.

[38] 尤斯蒂（"Early Developments," 186）指出，马可尼曾于 1896 年用赫兹波使接收器的铃响动，而且还提到有几个 1898 年提交的英国专利是关于鱼雷和船只遥控的。

[39] NT, "My Submarine Destroyer," *New York Journal*, 13 November 1898, available at http://www.tesla.hu.

[40] NT to Miessner, 29 September 1915. 尽管利兰·安德森认为特斯拉必定也在麦迪逊广场花园做过私人演示，但他所引用的资料可被解读为在实验室中看过遥控船演示的人员名单。参见：Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 129. 也可参见：O'Neill, *Prodigal Genius*, 175.

[41] See Thomas H. White, "W. J. Clarke and the United States Electrical Supply Company," in Section 7, "Pioneering U.S. Radio Activities (1897–1917)," United States Early Radio History, available at http://earlyradiohistory.us/sec007.htm; "New Way to Fire Mines," *New York Times*, 7 May 1898; "Tesla's Electrical Control of Moving Vessels or Vehicles from a Distance"; and "High Frequency Oscillators for Electro-therapeutic and Other Purposes," *Electrical Engineer* 26 (17 November 1898): 489–491 in TC 13:176–178. 多位传记作家料想特斯拉必定也在麦迪逊广场花园展览会中展示了他的船。不过跟特斯拉博物馆的专家们一样，我尚未能找到任何支持这一假设的证据。事实上，正文中关于特斯拉船的引文暗示，尽管到了 1898 年 11 月特斯拉在其实验室中有一个可工作的原型，然而在 1898 年 5 月展览会期间他未必有一个能在水里运作的船。参见：Jovanović, "Hundred Years of Remote Control," 90.

[42] NT, *My Inventions*, 107; NT to Parker W. Page, 19 October 1898, Box 14, Folder 2, KSP.

[43] NT, "Will Abolish War."

[44] NT to Parker Page, 1 December 1898, in Jovanović, "Hundred Years of Remote Control," 92–93.

[45] Mark Twain to NT, 17 November 1898, LC, and reprinted in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 130–131.

[46] "Doubts Value of Tesla Discovery" and "Chary about Tesla's Plans," *New York Herald*, 9 and 10 November 1898, respectively, in TC 13:144–145.

[47] 正如利兰·安德森指出的，财务问题迫使马丁于 1899 年 3 月合并《电气工程师》和《电气世界》，并回去为老东家 W. J. 约翰斯顿（W. J. Johnston）工作；参见：Anderson, NY Academy of Sciences Lecture, 6.

[48] "Mr. Tesla and the Czar"; "Tesla's Electrical Control of Moving Vessels or Vehicles from a Distance"; and "High Frequency Oscillators for Electro-therapeutic and Other Purposes,"

Electrical Engineer 26 (17 November 1898): 486–487, 489–491, 477–481, respectively, in TC 13:174–178.

[49] NT, "Mr. Tesla to His Friends," *Electrical Engineer* 26 (24 November 1898): 514 in TC 14:14.

[50] "His Friends to Mr. Tesla," *Electrical Engineer* 26 (24 November 1898): 514–515 in TC 14:14–15.

[51] NT, "Problem of Increasing Human Energy," 186–187.

[52] Fessenden Interference, 18.

[53] Ibid., 40.

[54] "Tesla Declares He Will Abolish War."

[55] Ibid.; NT, *My Inventions*, 109; NT to Samuel Cohen, 19 March 1916, KSP; Jovanović, "Hundred Years of Remote Control," 94–96; "Tesla's Visit to Chicago," *Western Electrician*, 20 May 1899 in TC 14:133–134.

[56] Orrin E. Dunlap, "Nikola Tesla at Niagara Falls," *Western Electrician*, 1 August 1896 in TC 11:103.

[57] Quotes are from an undated *New York Herald* clipping in Tesla Papers, Butler Library, Columbia University, and reprinted in Cheney, *Man Out of Time*, 105–107. 剪报的日期可以追溯到 1896 年夏天，因为下列文献对其做了引用："Nikola Tesla and Matrimony," *Electrical Review* (London) 39 (14 August 1896): 193 in TC 11:112.

[58] Cheney and Uth, *Master of Lightning*, 51; O'Neill, *Prodigal Genius*, 307.

[59] "Mr. Tesla Explains Why He Will Never Marry," *Detroit Free Press*, 10 August 1924 and translation of Dragislav Lj. Petkovich, "A Visit to Nikola Tesla," *Beograd Politika* 24, no. 6824 (27 April 1927), both in Contextual 1 Box, Homosexuality Folder, Anderson Collection; TCM to KJ, 8 January 1894, in Seifer, *Wizard*, 126.

[60] O'Neill, *Prodigal Genius*, 302; John J. O'Neill to Leland I. Anderson, 2 May 1953, both in Contextual 1 Box, Homosexuality Folder, Anderson Collection.

[61] NT to Alfred Schmid, 2 July 1895 and Henry Floy to NT, 11 October 1895, Tesla Microfilm, Reel 6, LC.

[62] Leland Anderson, "Notes on conversation with Richard C. Sogge," Fall 1956, Contextual Box 1, Homosexuality Folder, Sogge Notes, Anderson Collection. 根据 IEEE 历史中心的 1961 年 AIEE 名录，索奇在 1935 年成为会员并在 1953 年当选为会士。索奇曾被纽约的通用电气雇佣为行业标准顾问。

[63] "Nikola Tesla," *AIEE Electrical Engineering* 53 (May 1934): 817.

[64] Baker, *Stanny*, 280.

[65] George Chauncey, *Gay New York: Gender, Urban Culture, and the Making of the Gay Male World, 1890–1940* (New York: Basic Books, 1994), 36.

[66] Richard Neil Sheldon, "Richmond Pearson Hobson: The Military Hero as Reformer during the

Progressive Era" (Ph.D. diss., University of Arizona, 1970).

[67] Richmond Pearson Hobson, *The Sinking of the Merrimac* (New York: Century Co., 1899; repr., Annapolis, MD: Naval Institute Press, 1987).

[68] RUJ to Lieut. Richmond Hobson, 15 August 1898, Box 22, Folder 1, Richmond P. Hobson Papers, LC.

[69] Grizelda Hobson, untitled notes, Box 72, Biog.- Anecdotes, Hobson Papers.

[70] See two notes, KJ to NT, ca. 1898, one in Notecards, KSP, and the other in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 134. Quote is from NT to RUJ, 6 December 1898, in Seifer, *Wizard*, 212.

[71] Richmond [Hobson] to NT, n.d., Box 8, Folder 6, KSP; NT to Hobson, 1 January 1901, 13 April and 14 May 1901, all in Box 22, Folder 1, Hobson Papers; Seifer, *Wizard*, 259.

[72] Richmond Hobson to NT, 6 May 1902, in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 134–135.

[73] "Nicola Tesla on Far Seeing," *New York Herald*, 30 August 1896 in TC 11:116–118, on 117–118.

[74] Ware, *The Orthodox Way*, 114–119.

[75] 1904 Essay.

[76] Fessenden Interference, 58.

[77] "Nicola Tesla on Far Seeing," 117.

[78] 参见特斯拉的以下专利："Apparatus for Producing Electric Currents of High Frequency and Potential," U.S. Patent 568,176 (filed 22 April 1896, granted 22 September 1896); "Electrical Condenser," U.S. Patent 567,818 (filed 17 June 1896, granted 15 September 1896); "Apparatus for Producing Ozone," U.S. Patent 568,177 (filed 17 June 1896, granted 22 September 1896); "Method of Regulating Apparatus for Producing Currents of High Frequency," U.S. Patent 568,178 (filed 20 June 1896, granted 22 September 1896); "Method of and Apparatus for Producing Currents of High Frequency," U.S. Patent 568,179 (filed 6 July 1896, granted 22 September 1896); "Apparatus for Producing Electrical Currents of High Frequency," U.S. Patent 568,180 (filed 6 July 1896, granted 22 September 1896); "Apparatus for Producing Electrical Currents of High Frequency," U.S. Patent 577,670 (filed 3 September 1896, granted 23 February 1897); "Apparatus for Producing Currents of High Frequency," U.S. Patent 583,953 (filed 19 October 1896, granted 8 June 1897); "Manufacture of Electrical Condensers, Coils, & c." U.S. Patent 577,671 (filed 5 November 1896, granted 23 February 1897).

[79] NT, "1899 Experiments," 76, 79–80.

[80] NT, "Electrical Transformer," U.S. Patent 593,138 (filed 20 March 1897, granted 2 November 1897).

[81] NT, "System of Transmission of Electrical Energy," U.S. Patent 645,675 (filed 2 September 1897, granted 20 March 1900).

[82] “Tesla’s System of Electric Power Transmission through Natural Media,” *Electrical Review*, 26 October 1898 in TC 13:124–126, on 126.

[83] NT, “Problem of Increasing Human Energy,” 209–210.

[84] Ibid., 210.

[85] 关于在休斯顿街的发射器测试，参见：“A Wonderful Possibility in Electric Power Transmission,” *Electrical Review*, 26 October 1898, p. 262 in TC 13:127–128; “Tesla Would Use Air as Conductor,” *New York Herald*, 27 October 1897 in TC 13:129. 关于在西点的远距离测试，特斯拉回忆说是发生在 1897 年，参见：NT, Radio Testimony, 27–28, 67, 108.

[86] Fessenden Interference, 36–37.

[87] Notes on clippings on Prince Albert from *New York Journal* (22 August 1898) and *New York Herald* (Paris ed., 23 August 1898) in Notecards, KSP; O’Neill, *Prodigal Genius*, 175.

[88] David Sinclair, *Dynasty: The Astors and Their Times* (New York: Beaufort Books, 1984), 199–208.

[89] John Jacob Astor, *A Journey in Other Worlds* (New York: D. Appleton, 1894); “Appraisement of Estate Reveals Astor’s Personality,” *New York Times*, 22 June 1913, p. SM2.

[90] Marc J. Seifer, “Nikola Tesla and John Jacob Astor,” in *Proceedings of the Sixth International Symposium on Nikola Tesla*, ed. A. Marinčić and M. Stojic (Belgrade, 2006), 31–38, on 32.

[91] NT to JJA, 20 December 1895, in Seifer, *Wizard*, 162–163.

[92] NT to JJA, 6 January 1899 in Seifer, *Wizard*, 210–211.

[93] See NT to JJA, 6 January 1899. NT 与舍夫的通信表明，这些人仍继续参与尼古拉·特斯拉公司的事务；参见：NT to Scherff, 30 May 1899; Scherff to NT, 29 June 1899; NT to Scherff, 13 July 1899; and Scherff to NT, 15 July 1899, in John T. Ratzlaff and Fred A. Jost, eds., *Dr. Nikola Tesla…Tesla/Scherff Colorado Springs Correspondence, 1899–1900* (Millbrae, CA: Tesla Book Company, 1979), 30, 86, 91–92.

[94] Seifer, *Wizard*, 211; “Appraisement of Estate Reveals Astor’s Personality”; O’Neill, *Prodigal Genius*, 176.

[95] W. M. Dalton, *The Story of Radio, Part I: How Radio Began* (Bristol, UK: Adam Hilger, 1975), 88.

[96] NT, “1899 Experiments,” 76–77.

[97] *Town Topics*, 6 April 1899, p. 10 in TC 14:88; 关于特斯拉“陈词滥调”的例子，参见：“More Wonders Worked by Tesla,” *New York Herald*, 30 March 1899 in TC 14:85.

[98] “Tesla Says: …,” *New York Journal*, 30 April 1899 in TC 14:97–104, on 102.

第十三章注释

[1] 1904 Essay, 429.

[2] See http://en.wikipedia.org/wiki/Colorado_Springs.

[3] "Earth Electricity to Kill Monopoly," *New York World Sunday Magazine*, 8 March 1896, p. 17 in TC 10:147–150.

[4] NT to Leonard Curtis, n.d., quoted in Aleksandar Marinčić, foreword to Nikola Tesla, *The Problem of Increasing Human Energy, with Special Reference to the Harnessing of the Sun's Energy* (Belgrade: NTM, 2006), 6; Hunt and Draper, *Lightning in His Hand*, 105–106.

[5] "Tesla as 'The Wizard,' " *Chicago Tribune*, 14 May 1899 and "Tesla's Task of Taming Air," *Chicago Times-Herald*, 15 May 1899, both in TC 14:117–119.

[6] "Nikola Tesla Will 'Wire' to France," *Colorado Springs Evening Telegraph*, 17 May 1899 in TC 14:121.

[7] Richard L. Hull, *The Tesla Coil Builder's Guide to the Colorado Springs Notes of Nikola Tesla* (Richmond, VA: by the author, 1996), A24–A26; "Tesla's Station Is Ready," *Colorado Springs Evening Telegraph*, 2 June 1899 in TC 14:139; NT, Edison Medal Speech; Hunt and Draper, *Lightning in His Hand*, 13, 110, 114; NT, Radio Testimony, 117–119; Cheney and Uth, *Tesla: Master of Lightning*, 87.

[8] 关于洛温斯坦,参见:his testimony in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 110, 110; Benjamin Franklin Miessner, *On the Early History of Radio Guidance* (San Francisco: San Francisco Press, 1964), 6; and "Inventor of Radio Devices Died with Praises Unsung," *Philadelphia Public Ledger*, 16 November 1922, in Biographical Files, IEEE Archives, Piscataway, NJ. 关于威利，参见：George Scherff to NT, 2 June 1899, in Ratzlaff and Jost, *Tesla/Scherff Colorado Springs Correspondence*, 62. 关于格雷格,参见:his letter to Mrs. Nelson V. Hunt, 9 October 1962, in "Tesla's Lab" folder, Colorado Springs series, Anderson Collection.

[9] Hull, *Coil Builder's Guide to the Colorado Springs Notes*, A28; Cheney and Uth, *Tesla: Master of Lightning*, 87.

[10] NT, Fessenden Testimony, 24.

[11] Gregg to Hunt, 9 October 1962; "Tesla's Call from Mars?" *New York Sun*, 3 January 1901 in TC 15:115.

[12] 1904 Essay, 429.

[13] O'Neill, *Prodigal Genius*, 179.

[14] Aitken, *Syntony and Spark*, 103–106; J. A. Fleming, *The Principles of Electric Wave Telegraphy* (London: Longmans, Green, 1906), 357–361; NT, Fessenden Interference, 66, 87–88. 特斯拉还把铁填充物换成了颗粒更大的镍屑。

[15] 1904 Essay, 429.

[16] Ibid. 在 CSN, 68 的 1899 年 7 月 3 日的条目中，特斯拉偶尔提到了驻波。

[17] 驻波的一个模拟，参见：http://www.walter-fendt.de/ph14e/stwaverefl.htm.

[18] Dalton, *The Story of Radio*, 79–80; 关于在绳索上创建的驻波，参见：http://www1.union.edu/newmanj/Physics100/Light%20as%20a%20Wave/light_as_a_wave.htm.

[19] 1904 Essay, 429.
[20] NT, CSN, 4 July 1899, 69.
[21] 特斯拉在 1893 年芝加哥世博会上遇到过波波夫，此外他也可能读过波波夫 1897 年在《电气技师》中对探测器的描述。关于波波夫，参见：Fleming, *Principles of Electric Wave Telegraphy*, 362–63, 425 and James P. Rybak, “Alexander Popov: Russia’s Radio Pioneer,” *Popular Electronics*, August 1982, available at http://136.73.ru/h_history/popov.htm. 关于他 1895 年的闪电探测器，参见：R. Victor Jones, “The Branly-Lodge ‘Coherer’ Detector: A Truly Crazy Device That Worked!” available at http://people.seas.harvard.edu/~jones/cscie129/nu_lectures/lecture6/coherers/coherer.html.
[22] NT, CSN, 4 July 1899, 69.
[23] Ibid., 70.
[24] 利兰・安德森认为特斯拉检测到的这些周期性的信号是科罗拉多斯普林斯西边山脉反射的结果；参见：Seifer, *Wizard*, 471.
[25] “Extremely Low Frequency Transmitter Site Clam Lake, Wisconsin,” U.S. Navy Fact File, 28 June 2001, available at http://www.fas.org/nuke/guide/usa/c3i/fs_clam_lake_elf2003.pdf; Lucy Sheriff, “U.S. Navy Cuts ELF Radio Transmissions,” *The Register*, 30 September 2004, http://www.theregister.co.uk/2004/09/30/elf_us_navy/.
[26] NT, CSN, 4 July 1899, 70, Tesla’s British patent No. 8200 of 1905, quoted in James Erskine-Murray, *A Handbook of Wireless Telegraphy*, 2nd ed. (New York: D. Van Nostrand, 1909), 278.
[27] 1904 Essay, 430.
[28] NT, Fessenden Interference, 75.
[29] 1904 Essay, 430.
[30] 肯尼斯・L. 科勒姆和詹姆斯・F. 科勒姆估计特斯拉接收器的灵敏度可能要比马可尼和其他早期无线实验者的高一百倍。参见：Kenneth L. Corum and James F. Corum, “Nikola Tesla and the Planetary Radio Signals” (2003): 3–4, http://www.teslasociety.com. 关于特斯拉更高灵敏度接收器的一个例子，参见：his entry for 12 July 1899, CSN, 89.
[31] NT, “Talking with the Planets,” *Collier’s Weekly* 26 (9 February 1901): 4–5 in TC 15:157–162.
[32] Ibid. 在下列资料中，特斯拉说，他不止一次听到这些信号：“A New Century Call-Up from Mars,” *Electrical World and Engineer*, 5 January 1901 in TC 15:120. See also “Tesla’s Call from Mars?” *New York Sun*, 3 January 1901 in TC 15:115.
[33] 然而在后来的岁月里，特斯拉经常声称信号是来自火星。对此的一个例子，参见：NT, “Signalling Mars—A Problem in Electrical Engineering,” *Harvard Illustrated*, March 1907, pp. 119–121 in TC 18:1–3.
[34] 今天的天文学家相信，火星上的运河是知觉心理学和 19 世纪后期低分辨率望远镜综合作用的结果。19 世纪的天文学家无法获得火星表面完全清晰的图像，就靠想象力把他们看到的模糊图像转换成了直线或运河。关于火星运河的历史，参见：William Sheehan, *The Planet*

Mars (Tucson: University of Arizona Press, 1996), especially 71–77, as well as W. G. Hoyt, *Lowell and Mars* (Tucson: University of Arizona Press, 1976).

[35] Seifer, *Wizard*, 223–224.

[36] Corum and Corum, "Tesla and Planetary Radio Signals," 1, 6.

[37] Dalton, *Story of Radio*, 92.

[38] Corum and Corum, "Tesla and Planetary Radio Signals," 8.

[39] "Tesla's Call from Mars?" *New York Sun*, 3 January 1901.

[40] 事实上，为了给他那更为浩大的实验提供超大电量，特斯拉不得不等到后半夜电力公司不再需要为照明供电时；只有那时他才能利用当地电站所有的发电机。参见：Leland Anderson and Inez Hunt, "Lightning over 'Little London,' " *Denver Post*, Empire Magazine, 11 July 1976.

[41] Gregg to Hunt, 9 October 1962.

[42] Hull, *Coil Builder's Guide to the Colorado Springs Notes*, A28; Gregg to Hunt, 9 October 1962.

[43] NT, CSN, 31 July 1899, 119–120.

[44] Ibid.; NT, "Problem of Increasing Human Energy," 206.

[45] See Marinčić commentary for 23 August 1899, CSN, 411. 特斯拉后来在"Problem of Increasing Human Energy" (p. 208) 中声称，他产生了三十多米长的火花，但在 CSN 中没有这种长度火花的记录。也可参见：Hull, *Coil Builder's Guide to the Colorado Springs Notes*, 90–91 and NT, CSN, 23 August 1899, 155.

[46] NT, Edison Medal Speech; NT to RUJ, 1 October 1899, LC.

[47] See NT, CSN, 23 October 1899, 229 and NT, Radio Testimony, 119. 特斯拉在以下条目中说明了避免光流的重要性：his entry for 30 July 1899, CSN, 115. 也可参见：Hull, *Coil Builder's Guide to the Colorado Springs Notes*, 90.

[48] "Lighthouses: An Administrative History," http://www.nps.gov/maritime/light/admin.htm; Francis J. Higginson to NT, 11 May 1899, Lighthouse Board Correspondence Folder, Box 3, Anderson Collection. 这份信由利兰・安德森在美国国家档案馆中发现。

[49] "The 'Herald' to Report Steamships at Sea by Using Marconi's Wireless Telegraph," *New York Herald* (Paris), 9 June 1901, Third Section, page 2, http://earlyradiohistory.us/1901nan.htm.

[50] NT to George Scherff, 4 July 1899, in Ratzlaff and Jost, *Tesla/Scherff Correspondence*, 88–89; see also Thomas Perry to NT, 3 August 1899, Anderson Collection.

[51] Thomas Perry to NT, 14 September 1899, Anderson Collection.

[52] NT to Light- House Board, 27 September 1899, Anderson Collection.

[53] L. S. Howeth, *History of Communications-Electronics in the United States Navy* (Washington, DC: Bureau of Ships and Office of Naval History, 1963), chap. 4, http://earlyradiohistory.us/1963hw04.htm.

[54] Lowenstein testimony in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 112.

[55] NT, Fessenden Testimony, 80–81.

[56] Howeth, *History of Communications-Electronics in the United States Navy*, 38–39.

[57] 1904 Essay, 430; Herbert Spencer, *Principles of Psychology*, 2nd ed. (London: Williams and Norgate, vol. 1, 1870; vol. 2, 1872), 1:563, cited in C.U.M. Smith, "Evolution and the Problem of Mind: Part I. Herbert Spencer," *Journal of the History of Biology* 15 (Spring 1982): 55–88, on 73; NT to JPM, 5 September 1902, LC.

[58] NT, Fessenden Testimony, 6; NT to JPM, 5 September 1902.

[59] NT, Fessenden Testimony, 24.

[60] Ibid., 30 and NT, CSN, 27 June 1899, 49–50. 利兰・安德森指出，从发展采用两个频率的技术的过程中可以看出，特斯拉应当被视为计算机逻辑电路中所用的"与门"的发明者；参见：Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 150–151.

[61] NT, Fessenden Testimony, 31–33; "Friends of Tesla Said to Fear for His Health," *New York Herald*, 9 October 1899 in TC 14:159.

[62] NT, CSN, 23 and 24 July 1899, 103–105.

[63] See entries for 22 August, 5 September, and 11 September 1900, CSN, 154, 174–176, 179–180. 特斯拉在以下资料中提到带着接收器到附近的湖：NT, Fessenden Testimony, 75–76, 80. 罗伯特・赫尔也指出，特斯拉在科罗拉多斯普林斯最长的传输测试距离是 1.6 公里；参见：Hull, *Coil Builder's Guide to the Colorado Springs Notes*, 91.

[64] NT, CSN, 2 January 1900, 341, 343.

[65] NT, Fessenden Interference, 24–25.

[66] NT, "Problem of Increasing Human Energy," 210; O'Neill, *Prodigal Genius*, 193.

[67] 1899 年 7 月至 10 月间，特斯拉只做过两次简短采访，其中一次他还拒绝跟记者交谈；参见："Tesla Talks to the Telegraph," *Colorado Springs Evening Telegraph*, 29 July 1899 and "Tesla's Work in Colorado," *New York Tribune*, 20 September 1899 in TC 14:148, 150.

[68] Lowenstein testimony in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*, 121, 122–123.

[69] Hunt and Draper, *Lightning in His Hand*, 107.

[70] Scherff to NT, 19 September 1899, NT to Scherff, 13 October 1899, and Scherff to NT, 16 October 1899, in Ratzlaff and Jost, *Tesla/Scherff Correspondence*, 113–114, 124, and 127, respectively; "Inventor of Radio Devices Died with Praises Unsung."

[71] NT, "Problem of Increasing Human Energy," 208.

[72] NT to Richard Watson Gilder, n.d., Box 100, Century Collection, Manuscript and Archives Division, New York Public Library; NT to RUJ, 28 November 1899, MSS 001452 A, Dibner Library, NMAH.

[73] Aleksandar Marinčić, foreword to *The Problem of Increasing Human Energy*, 17.

[74] See the following entries in NT, CSN: 31 December 1899 (p. 323), 329; Entry for Photo XL, 3 January 1900 (p. 357); Plate XIII (p. 324).

[75] Plates I–IV and XXXIII–XXXIX in NT, CSN, 298–304, 348.

[76] 这是特斯拉在 CSN 中报告的最长光流；参见：his entry for 31 December 1899, pp. 325, 327. 大

多数资料声称特斯拉创造了约 41 米长的光流，但我尚未能找到关于这个长度的证据。
[77] NT, CSN, 3 January 1900, 357.
[78] Plates XI–XIV on 318–328, 322 and XL–XLIII on 350, 357–363, CSN.
[79] Plates XV–XXX, CSN, 331–353.
[80] NT, CSN, 2 January 1900, 355, 341.
[81] Ibid., 351. 没有证据表明特斯拉曾像电影《致命魔术》中那样点亮过整个场地的电灯。
[82] NT, CSN, 1 January 1900, 333; O'Neill, *Prodigal Genius*, 187.
[83] "Great Balls of Fire!" *The Economist*, 27 March 2008, http://www.economist.com/science/displaystory.cfm?story_id=10918140; Schiffer, *Draw the Lightning Down*, 165–166.
[84] Paul Sagan, *Ball Lightning: Paradox of Physics* (New York: iUniverse, 2004).
[85] NT, CSN, 3 January 1900, 359, 361.
[86] See NT, CSN, 31 December 1899 and 3 January 1900, 327 and 363. 科勒姆兄弟报告说，他们也用放大发射器创造出了火球；参见：Kenneth L. Corum and James F. Corum, extract from "Tesla's Production of Electric Fireballs," *TCBA News* 8, no. 3 (1989), http://home.dmv.com/~tbastian/ball.htm.
[87] NT, CSN, 2 January 1900, 337.
[88] Karl Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, 2nd ed. (New York: Harper & Row, 1968).
[89] Henry Petroski, *To Engineer Is Human: The Role of Failure in Successful Design* (New York: St. Martin's Press, 1985); Matthew Josephson, *Edison: A Biography* (New York: McGraw-Hill, 1959), 163.

第十四章注释

[1] NT: "Art of Transmitting Electrical Energy through the Natural Mediums," U.S. Patent 787,412 (filed 16 May 1900, granted 18 April 1905); "Method of Signaling," U.S. Patent 723,188 (filed 16 July 1900, granted 17 March 1903); "System of Signaling," U.S. Patent 725,605 (filed 16 July 1900, granted 14 April 1905); and "Method of Insulating Electrical Conductors," U.S. Patent 655,838 (filed 15 June 1900, granted 14 August 1900); George Scherff testimony, Fessenden Interference, in Anderson, *Guided Weapons & Missile Technology*, 93.
[2] Untitled item, *The Electrician*, 19 January 1900, p. 423 in TC 15:3.
[3] Untitled item, *Electricity*, 24 January 1900, p. 35 in TC 15:3.
[4] NT, Radio Testimony, 170.
[5] NT to GW, 22 January 1900, LC. Also available in Hunt and Draper, *Lightning in His Hand*, 133–134.
[6] Seifer, *Wizard*, 238.
[7] 例见："Decision in Favor of Tesla Rotating Magnetic Field Patents," *Electrical World and*

Engineer 36 (8 September 1900): 394–395 in TC 15:87–88.

[8] NT to Scherff, 31 May 1899; Scherff to NT, 3 June 1899; NT to Scherff, 10 June 1899; Scherff to NT, 11 September 1899; NT to Scherff, 14 October 1899, all in Ratzlaff and Jost, *Tesla/Scherff Colorado Springs Correspondence*, 70, 71, 73, 110–111, 125, respectively.

[9] Seifer, *Wizard*, 241, 243–244.

[10] Marinčić, foreword to *The Problem of Increasing Human Energy*, 7.

[11] NT, Fessenden Interference, 32.

[12] O'Neill, *Prodigal Genius*, 195.

[13] RUJ to NT and NT to RUJ, both 6 March 1900, in Seifer, *Wizard*, 239–240.

[14] NT, "Problem of Increasing Human Energy."

[15] Ibid., 175.

[16] Ibid., 177, 192–193; John William Draper, *History of the Intellectual Development of Europe* (New York: Harper Brothers, 1891), 2:392. 德雷珀（1811—1882）是纽约大学的化学和生理学教授。

[17] NT, "Problem of Increasing Human Energy," 178–180.

[18] Ibid., 188.

[19] Ibid., 211. 在文章中，特斯拉引用了歌德的诗《希望》（"Hoffnung"）的德语原文，并在注脚中提供了英译。［《希望》的译文取自欧凡的译本。——译者注］

[20] 部分报道可见 NTM 的剪报簿。

[21] Physicist, "Science and Fiction," *Popular Science Monthly* 58 (July 1900): 324–326 in TC 15:66–67.

[22] TCM, "Newspaper Science," *Science* 12 (2 November 1900): 684–685 in TC 15:110–111. 作为《电气世界》的编辑，马丁不背其言，于 1900 年底要电气工程专家投出谁是该领域最伟大的发明家和科学家；参见："Twenty-Five Great Names in Electrical Science and Invention during the Nineteenth Century," *Electrical World and Engineer* 37 (5 January 1901): 18–19 in TC 15:118–119. 普通 AIEE 成员把特斯拉排在了第 7 位，电气工程教授把他放在了第 15 位，而"知名"AIEE 成员则把特斯拉排在了第 13 位。

[23] Bledstein, *The Culture of Professions*; Louis Galambos, *The Creative Society—and the Price Americans Paid for It* (New York: Cambridge University Press, 2012).

[24] "Electricity a Cure for Tuberculosis," *New York Herald*, 3 August 1900; "Niagara's Power for City Wheels," 17 August 1900; [no title], *The Electrician*, 24 August 1900, all in TC 15:69, 73, 78.

[25] Jean Strouse, *Morgan: American Financier* (New York: Random House, 1999); Carlson, *Innovation as a Social Process*, 293–296.

[26] Guglielmo Marconi, "Transmitting Electrical Signals," U.S. Patent 586,193 (filed 7 December 1896, granted 13 July 1897) and "Apparatus Employed in Wireless Telegraphy," U.S. Patent 647,008 (filed 13 June 1899, granted 10 April 1900).

[27] [Henry Saunders] to Directors of Wireless Telegraph & Signal Co., 15 September 1899, in Reports and correspondence on general activities, 1899–1908, MS. Marconi 178, Marconi Archives, Bodleian Library, University of Oxford.

[28] NT to JPM, 13 December 1904, LC.

[29] Strouse, *Morgan*, 394–395; George Wheeler, *Pierpont Morgan and Friends: Anatomy of a Myth* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973), 61–62.

[30] NT to JPM, 26 November 1900, LC.

[31] NT to JPM, 10 December 1900, LC.

[32] NT to JPM, 12 December 190[0], LC.

[33] NT to JPM, 12 December 1900, LC.

[34] Strouse, *Morgan*, 401–403.

[35] NT to the American Red Cross, [7 January 1901], Tesla Collection, Rare Book and Manuscript Library, Columbia University (hereafter cited as Tesla Columbia Collection).

[36] "Tesla's Call from Mars?" *New York Sun*, 3 January 1901; "Astronomers Discuss Tesla's Alleged Message from Mars," *New York Journal*, 4 January 1901; "Discredits Tesla's Martian Theory," *New York Herald*, 5 January 1901; "That Message from Mars," *Scientific American*, 19 January 1901; "An Alleged Message from Mars," *Literary Digest*, 26 January 1901, all in TC 15:115–117, 121, 132, 137, respectively.

[37] NT to JJA, 11 and 22 January 1901, respectively, in Seifer, *Wizard*, 253–254; "Tesla's Wireless Light," *New York Sun*, 26 January 1901 in TC 15:138; "Tesla's Vacuum Tube Light," *New York Tribune*, 27 January 1901; "Vacuum Tube Lighting," *Electrical World and Engineer*, 2 February 1901, p. 201; "Tesla's Wireless Light," *Scientific American*, 2 February 1901; "Tesla's Vacuum Tube Lighting," *Western Electrician*, 2 February 1901, p. 79; "Nikola Tesla Duplicates the Light of Day," *New York Herald*, 3 February 1901; "Tesla's 'Artificial Sunshine,' " *Public Opinion*, 7 February 1901, 175, all in TC 15:139, 143, 148–156, respectively.

[38] "Mr. Tesla's Wireless Telegraphy," *New York Tribune*, 15 February 1901; "Tesla Ready to Try Transatlantic Talk," *New York Journal*, 22 February 1901; "Tesla's New Telegraph," *New York Sun*, 15 February 1901, all in TC 15:167, 171, 166, respectively.

[39] Herbert L. Satterlee, *J. Pierpont Morgan: An Intimate Portrait* (New York: Macmillan, 1939; repr., New York: Arno, 1975), 369–370.

[40] "Tesla and Wireless Telegraphy," *Literary Digest* 22 (2 March 1901): 257 in TC 16:4.

[41] Charles Steele to NT, 15 and 25 February 1901; NT to Steele, 18 February 1908, LC.

[42] NT to JPM, 1 March 1901 and Charles Steele to NT, 4 March 1901, both in LC.

[43] NT to JPM, 13 October 1904, LC; Strouse, *Morgan*, 412, 418, 426.

[44] Strouse, *Morgan*, 495.

[45] NT to JPM, 13 December 1904, LC.

[46] NT to Charles Steele, 5 March 1901, LC.

[47] 关于这个迄今仍然屹立的实验室建筑的细节，参见以下报道：*The Port Jefferson Echo*, 2 August 1901 and February 1902, quoted in Natalie Aurucci Stiefel, *Looking Back at Rocky Point: In the Shadow of the Radio Towers*, vol. 1, http://www.teslasociety.com/warden.htm. See also Leland M. Roth, *McKim, Mead & White: A Building List* (New York: Garland, 1978), entry 818, p. 148; Stanford White to NT, 26 April 1901, in Seifer, *Wizard*, 262.

[48] Mervin G. Pallister, "A History of the Incorporated Village of Shoreham," 4 July 1976, and Mary Lou Abata, "History of Shoreham," 1979, both available at http://www.shorehamvillage.org/Shoreham_History/History_home.html; "Mr. Tesla at Wardenclyffe, L.I.," *Electrical World and Engineer* 38 (28 September 1901): 509–510 in TC 16:40; *The Port Jefferson Echo*, 2 August 1901, in Stiefel, *Looking Back at Rocky Point*; Leland I. Anderson, "Wardenclyffe—A Forfeited Dream," *Long Island Forum* (August and September 1968), http://www.teslascience.org/pages/dream.htm; "Tesla Judgment Filed: Inventor Had Paid Lawyer with Promissory Note," *New York Times*, 14 June 1925; O'Neill, *Prodigal Genius*, 205. 沃登克里弗这个名字没有被使用很久。1906 年，特斯拉实验室附近的村庄改为现在的名字肖勒姆（Shoreham）。

[49] "Tesla's Description of Long Island Plant and Inventor of the Installation as Reported in 1922 Foreclosure Appeal Proceedings," appendix 2 in NT, Radio Testimony, 191–198.

[50] NT, Radio Testimony, 143. 请注意，当特斯拉在沃登克里弗工作时，他把塔称为一个"高架终端"。他是在很久以后才开始使用"天线"的说法，这个引用便出自 1916 年。

[51] See NT, Radio Testimony, 145, and NT, "Apparatus for Transmitting Electrical Energy," U.S. Patent 1,119,732 (filed 18 January 1902, granted 1 December 1914). 罗伯特・范德格拉夫也意识到球体是储存大量电荷的最好形状，因此他的静电起电机也同样冠以一个金属球体。就像特斯拉的塔，范德格拉夫最大的起电机能产生将近七百万伏特的电荷。参见：http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_J._Van_de_Graaff.

[52] NT, untitled notes, 29 May 1901, original in NTM, copy in NT notes folder, Wardenclyffe Box, Anderson Collection; NT, Radio Testimony, 143.

[53] NT to JPM, 13 September 1901, LC.

[54] NT to Stanford White, 13 September 1901, Personal Miscellaneous Collection, Manuscript and Archives Division, New York Public Library.

[55] "Tesla's Description of Long Island Plant," NT, 200–202. 最终完成的塔的几张图纸显示出顶部的半球形终端镶嵌有更小的半球；例见：Smithsonian Neg. 86-604066.

[56] NT to JPM, 19 December 1904, LC.

[57] "Tesla and Telegraphy," *New York Tribune*, 27 November 1901, and "A New Tesla Laboratory on Long Island," *Electrical World and Engineer* 40 (27 September 1902): 499–500, both in TC 16:54 and 98; "Tesla's Description of Long Island Plant," 200–202; O'Neill, *Prodigal Genius*, 205.

[58] “Cloudborn Electric Wavelets to Encircle the Globe,” *New York Times*, 27 March 1904 in TC 17:3.

[59] “Tesla’s Description of Long Island Plant,” 203.

[60] “Cloudborn Electric Wavelets to Encircle the Globe.”

[61] “Tesla’s Description of Long Island Plant,” 203.

[62] Ibid.

[63] *The Port Jefferson Echo*, 22 February 1902, in Stiefel, *Looking Back at Rocky Point*.

[64] See “Inventor Tesla’s Plant Nearing Completion,” *Brooklyn Eagle*, 8 February 1902 in TC 16:61; *The Port Jefferson Echo*, February 1902; and *Patchogue Advance*, March 1902, both in Stiefel, *Looking Back at Rocky Point*. 利兰・安德森认为这四条隧道通向一个外部圆形隧道，圆形隧道“可能是被用于设立一个与地下水系统接触的大的表面区域”；参见：“Wardenclyffe Design Mystery,” in Building and Tunnels Folder, Wardenclyffe Box, Anderson Collection. See also “Dig for Mystery Tunnels Ends with Scientist’s Secret Intact,” *Newsday*, 13 February 1979, p. 24, and “Famed Inventor, Mystery Tunnels Linked,” *Newsday*, 10 March 1979, p. 19, both available at http://www.teslascience.org/pages/twp/tunnels.htm.

[65] NT to JPM, 9 January 1902. 我非常感谢特斯拉博物馆的弗拉迪米尔・耶伦科维奇（Vladimir Jelenković）提供了这封信的抄本。

[66] See NT, “Apparatus for Transmitting Electrical Energy,” U.S. Patent 1,119,732 (filed 18 January 1902, granted 1 December 1914); “System of Transmission of Electrical Energy,” U.S. Patent 645,675 (filed 2 September 1897, granted 20 March 1900); and “Apparatus for Transmission of Electrical Energy,” U.S. Patent 649,621 (filed 2 September 1897, granted 15 May 1900). 读者若想寻求对于沃登克里弗站可能是如何运作的更全面理解，可参阅：Gary Peterson, “Nikola Tesla’s Wireless Work,” http://www.teslaradio.com/pages/wireless.htm.

[67] See NT, Radio Testimony, 152–155. 关于特斯拉在科罗拉多斯普林斯这些组件的连接图，参见图 13.5。

[68] Entry on Wardenclyffe Tower, http://en.wikipedia.org/wiki/Wardenclyffe_Tower.

[69] 没有关于沃登克里弗放大发射器的幸存照片或图表，这个描述是基于特斯拉的高架终端专利：“Apparatus for Transmitting Electrical Energy,” U.S. Patent 1,119,732 (filed 18 January 1902, granted 1 December 1914). See also NT, Radio Testimony, 145.

[70] A. S. Marinic, “Nikola Tesla and the Wireless Transmission of Energy,” *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems* PAS-101 (October 1982): 4064–4068, on 4066.

[71] Alan Bellows, “Tesla’s Tower of Power,” http://www.damninteresting.com/teslas-tower-of-power/.

[72] Gary Peterson, “Wireless Energy Transmission for the Amateur Tesla Coil Builder,” http://www.teslaradio.com/pages/wireless_102.htm.

[73] NT, Radio Testimony, 155; 1904 Essay, 431.

第十五章注释

[1] NT to Mrs. Johnson, 13 October 1901, in Seifer, *Wizard*, 272.

[2] NT to JPM, 11 November 1901, LC.

[3] Gavin Weightman, *Signor Marconi's Magic Box: The Most Remarkable Invention of the 19th Century and the Amateur Inventor Whose Genius Sparked a Revolution* (New York: Da Capo, 2003), 58–65, 75–76.

[4] Josephine B. Holman to Marconi, 31 December 1899 and 26 October 1900, Marconi Archives; Hong, *Wireless*, 59–61.

[5] Fleming, *Principles of Electric Wave Telegraphy*, 451; Hong, *Wireless*, 58, 72–73.

[6] 洪性旭认为，正是由于弗莱明设计了一个这样强大的系统，马可尼才得以能完成跨大西洋传输（*Wireless*, 53–88）。跟特斯拉一样，弗莱明用了一个常规变压器来抬升电流和为大电容器充电。当电容器放电时，振荡电流被送往功能类似于特斯拉放大发射器的另一个变压器。不过不像特斯拉那样在放大发射器次级线圈和高架终端之间加入了一个额外的线圈，弗莱明是加入了另一个电容器和最后一个变压器以在电流进入空中之前对之进行抬升。为了对波尔杜的传输设备与特斯拉在科罗拉多斯普林斯所用设备的相似性有一个认识，可比较一下波尔杜站内部的照片（Hong, *Wireless*, p. 75, fig. 3.6）与科罗拉多斯普林斯的内部（参见图 13.3）。马可尼声称，以这种方式使用特斯拉线圈并没有什么新奇的，而这个电路是受到了奥利弗·洛奇和费迪南德·布劳恩的专利的启发；参见：G. Marconi, "Syntonic Wireless Telegraphy," lecture delivered at the Society of Arts, 15 May 1901, MS 159, Marconi Papers. 也可参见：Weightman, *Marconi's Magic Box*, 91.

[7] Weightman, *Marconi's Magic Box*, 101.

[8] See "Wireless Signals across the Ocean," "Signor Marconi's Career," "Nikola Tesla's Researches," and "T. C. Martin's Views," all in *New York Times*, 15 December 1901.

[9] Lee de Forest, *Father of Radio: The Autobiography of Lee de Forest* (Chicago: Wilcox & Follett, 1950), 129.

[10] 关于马可尼听到的可能（或可能不）是什么的现代技术讨论，参见：John S. Belrose, "Fessenden and Marconi: Their Differing Technologies and Transatlantic Experiments during the First Decade of this Century" (paper presented at International Conference on 100 Years of Radio, 5–7 September 1995), http://www.ieee.ca/millennium/radio/radio_differences.html.

[11] TCM to [Elihu Thomson], 17 October 1919, in Abrahams and Savin, *Scientific Correspondence of Elihu Thomson*, 354–355; David O. Woodbury, *Beloved Scientist*, 235–236; Gordon Bussey, *Marconi's Atlantic Leap* (Coventry: Marconi Communications, 2000), 65.

[12] Menu from annual dinner of AIEE, 13 January 1902, MS 159, Marconi Archives; "Annual Dinner of the Institute at the Waldorf-Astoria, January 13, 1902, in honor of Guglielmo Marconi," *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 1902, 93–121, http://earlyradiohistory.us/1902wt.htm.

[13] Three previous quotes are from the 1902 Marconi dinner.

[14] Weightman, *Marconi's Magic Box*, 122–126; Bussey, *Marconi's Atlantic Leap*, 70–74.

[15] "Tesla's Wireless Telegraph," *New York Sun*, 16 January 1902 in TC 16:59.

[16] NT to JPM, 9 January 1902.

[17] NT to JPM, 13 October 1904, LC.

[18] NT to JPM, 9 January 1902.

[19] Noah Wardrip-Fruin and Nick Montfort, eds., *The New Media Reader* (Cambridge, MA: MIT Press, 2003), Section 54, quoted on http://en.wikipedia.org/wiki/World_wide_web#cite_note-3.

[20] NT to JPM, 9 January 1902.

[21] NT, "Tesla Manifesto," in O'Neill, *Prodigal Genius*, 209.

[22] Steven Watts, *The People's Tycoon: Henry Ford and the American Century* (New York: Alfred A. Knopf, 2005), 119.

[23] W. Bernard Carlson, "Artifacts and Frames of Meaning: Thomas A. Edison, His Managers, and the Cultural Construction of Motion Pictures," in *Shaping Technology, Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, ed. W. E. Bijker and J. Law (Cambridge, MA: MIT Press, 1992), 175–198.

[24] NT to JPM, 9 January 1902; NT to JPM, 5 September 1902, LC.

[25] NT to JPM, 9 January 1902.

[26] Strouse, *Morgan*, 457, 418–469.

[27] "Prince Welcomed by Chiefs of Industry," *New York Times*, 27 February 1902.

[28] See Fessenden Interference in Anderson, *Guided Weapons & Computer Technology*. 关于洛温斯坦回来工作一事，参见：his testimony in Fessenden Interference, 110. 特斯拉似乎是赢得了官司，参见：NT to Scherff, 9 August 1902 [or 1903?], in Seifer, *Wizard*, 282.

[29] NT to JPM, 5 September 1902, LC.

[30] Ibid.

[31] J. P. Morgan & Co. to NT, 7 June 1902 and NT to JPM, 5 September 1902, LC; *The Port Jefferson Echo*, 21 June 1902, in Stiefel, *Looking Back at Rocky Point*.

[32] NT to JPM, 17 September 1902, LC.

[33] Charles Steele to NT, 24 September 1902 and 21 October 1902; NT to JPM, 17 September 1902, all in LC.

[34] Seifer, *Wizard*, 289; NT to JPM, 1 April 1903, LC.

[35] NT to JPM, 3 July 1903, LC; Seifer, *Wizard*, 291; NT to Scherff, 13 October 1905, Tesla Columbia Collection [I used copies of the Tesla-Scherff letters found in the Anderson Collection, but the originals are at Columbia]; NT to Scherff, 11 April 1903, listed in *The Teslian*, September–November 1903, p. C6, in Elmer Gertz Papers, Box 377, Folder 6, LC.

[36] Satterlee, *Morgan*, 387–394, 401–402; NT to JPM, 22 April 1903, LC.

[37] NT to JPM, 3 July 1903, LC.

[38] Satterlee, *Morgan*, 403; J. P. Morgan & Co. to NT, 3 July 1903, and JPM to NT, 17 July 1903, both in LC.

[39] "Tesla's Flashes Startling," *New York Sun*, 17 July 1903 in TC 16:140.

[40] 特斯拉估计他仅仅再需 100 000 美元就能完成其工作；参见：NT to William B. Rankine, 19 April 1904, Buildings and Tunnels Folder, Wardenclyffe Box, Anderson Papers.

[41] Seifer, *Wizard*, 300.

[42] NT, Radio Testimony, 106.

[43] Frank Fayant, "Fools and Their Money," *Success Magazine*, January 1907, pp. 9–11, 49–52, http://earlyradiohistory.us/1907fool.htm.

[44] Georgette Carneal, *A Conqueror of Space: An Authorized Biography of the Life and Work of Lee DeForest* (New York: Horace Liveright, 1930), 75–83; de Forest, *Father of Radio*, 89–90; James A. Hijiya, *Lee de Forest and the Fatherhood of Radio* (Bethlehem, PA: Lehigh University Press, 1992), 41, 58; Scherff to NT, 26 September 1899, Tesla Columbia Collection.

[45] Samuel Lubell, "Magnificent Failure," *Saturday Evening Post*. Lubell's article appeared in three installments in January 1942: 17 January, pp. 9–11ff.; 24 January, pp. 20–21ff.; 31 January p. 27ff. Quote is from 24 January, p. 21.

[46] Ibid.

[47] Frank Fayant, "The Wireless Telegraph Bubble," *Success Magazine*, June 1907, pp. 387–389ff., http://earlyradiohistory.us/1907fool.htm.

[48] De Forest, *Father of Radio*, 130–135; Carneal, *Conqueror of Space*, 146–151.

[49] "Wireless Stock Quotations" and "A Perambulating Wireless Telegraph Plant," *Electrical World and Engineer*, 14 and 28 February 1903, pp. 281 and 374, respectively.

[50] JPM to NT, 14 December 1905 and 16 February 1906, LC.

[51] Hawkins, "Nikola Tesla, His Work, and Unfulfilled Promises," 99, 108 in TC 16:111–120; NT to JPM, 11 December 1903, LC.

[52] NT to William B. Rankine, 19 April 1904 in Buildings and Tunnels Folder, Wardenclyffe Box, Anderson Collection; NT to Scherff, 14 June, 3 and 8 August 1905, Tesla Columbia Collection.

[53] Petar Mandic to NT, 2 September 1903, in Kosanovich, *Tesla Correspondence with Relatives*, 104.

[54] JJA to NT, 6 October 1903, in Seifer, *Wizard*, 295.

[55] Entry for Ryan, http://www.vahistorical.org/exhibits/headstales_inventory.htm#ryan; NT to JPM, 13 October 1904, LC; NT to Scherff, 16 November 1903, Tesla Columbia Collection.

[56] "Canadian Niagara Power, William Birch Rankine Hydro-Electric Generating Station," http://www.niagarafrontier.com/rankine.html; Frank G. Carpenter, "Wonderful Discoveries in Electricity," *Pittsburgh Dispatch*, 18 December 1904 in TC 16:72–73; NT to JPM, 13 January 1904, LC; Norman R. Ball, *The Canadian Niagara Power Company Story* (Erin, Ontario: Boston Mills Press, 2006).

[57] Hobson's love letters to Grizelda can be found in Box 1 of the Hobson Papers, LC; see, in particular, Hobson to Miss Hull, 24 November 1902, 27 May 1903, 25 November [1903?], 26 November 1903, 26 November 1904, and 30 January 1905. See also Grizelda Hull to Hobson, 1 and 14 December 1904.

[58] Richmond [Hobson] to [Miss Hull], [22 December 1903], Hobson Papers.

[59] "Cloudborn Electric Wavelets to Encircle the Globe," *New York Times*, 27 March 1904, Alfred Cowles, "Harnessing the Lightning," *Cleveland Leader*, 27 March 1904 in Naval History Collection, New-York Historical Society, New York City; NT to JPM, 13 January 1904, LC; "A Striking Tesla Manifesto," *Electrical World* 43 (6 February 1904): 256 in TC 16:159; NT to Scherff, 28 January 1904, Tesla Columbia Collection; NT to RUJ, 24 Jane 1904, in Seifer, *Wizard*, 289.

[60] 1904 Essay, 431.

[61] "John Sanford Barnes Dead," *New York Times*, 23 November 1911; John S. Barnes, *Submarine Warfare, Offensive and Defensive: Including a Discussion of the Offensive Torpedo System, Its Effects upon Iron-Clad Ship Systems, and Inffuence upon Future Naval Wars* (New York: D. Van Nostrand, 1869).

[62] NT to Rankine, 19 April 1904; Kerr, Page, and Cooper to NT, 8 April 1904 and NT to J. S. Barnes, 14 and 20 April 1904, all in Naval History Collection; NT to Scherff, 21 March 1904, Tesla Columbia Collection.

[63] 关于希夫，参见：NT to Scherff, 25 July 1905, in Seifer, *Wizard*, 320. 此外，特斯拉在 1905 年夏还游说了安德鲁斯（Andrews）先生和塞隆（Selon）先生，但我无法确定这些投资者是谁；参见：NT to Scherff, 31 July, 1 and 14 August 1905, Tesla Columbia Collection.

[64]NT to JPM, 15 and 16 February 1906, JPM to NT, 16 February 1906, NT to JPM, 17 October 1904, all in LC.

[65] NT to JPM, 15 December 1905, LC.

[66] NT to JPM, 24 September 1903, and NT to JPM, 13 October 1903, both in LC.

[67] NT to JPM, 13 October 1904, LC.

[68] NT to JPM, 17 October 1904, LC.

[69] NT to JPM, 14 December 1904, LC.

[70] NT to JPM, 17 February 1905, LC.

[71] NT to John Hays Hammond, Jr., 18 February 1911, KSP.

[72] Seifer, *Wizard*, 318–319; B. A. Behrend, "Tesla and the Polyphase Patents," *Electrical World* 45 (6 May 1905): 828 in TC 18:97; NT to Scherff, 23 January 1905, Tesla Columbia Collection.

[73] Hobson to NT, 1 May 1905, Box 8, Folder 6, KSP.

[74] "Hobson-Hull Wedding," *New York Times*, 26 May 1905; Grizelda H. Hobson, "Biographical Notes on the Life of R. P. Hobson," 1940, Box 72, Folder Biog.-Anecdotes, Hobson Papers.

[75] NT to Scherff, 12 and 14 June, 7, 14, and 18 July, and 8 August 1905, Tesla Columbia Collection.

[76] “Tesla on the Peary North Pole Expedition,” *Electrical World* 46 (22 July 1905): 130 in TC 17:121.

[77] 对于标量波的正反面讨论，例见：Hank Mills, “Tesla’s Scalar Fields Still Beaming On!” http://pesn.com/2011/03/26/9501797_Teslas_Scalar_Waves_Replicated_by_Steve_Jackson; “Scalar Weapons: Tesla’s Doomsday Machine?” http://skeptoid.com/episodes/4121.

[78] NT to G. S. Viereck, 17 December 1934, Benson Ford Research Center, Henry Ford Museum, Dearborn, MI; Frank G. Carpenter, “Wonderful Discoveries in Electricity,” *Pittsburgh Dispatch*, 18 December 1904.

[79] Sylvia Nasar, *A Beautiful Mind: A Biography of John Forbes Nash, Jr., Winner of the Nobel Prize in Economics*, 1994 (New York: Simon & Schuster, 1998), 11.

[80] NT, *My Inventions*, 93.

[81] NT to Scherff, 11 October 1905, Tesla Columbia Collection.

[82] 关于与弗里克可能的交易，参见：JPM to NT, 14 December 1905; NT to JPM, 24 January and 6 February 1906, LC. 特斯拉满心希望弗里克会支持他，正如他在与弗里克短暂邂逅之后写信给舍夫所说的：“他十分友好，并且说很抱歉他必须要出去，不过会改天跟我谈。我就像对万有引力定律一样确信，我找到了我要找的人。我就知道。”参见：NT to Scherff, 11 November 1905, in Seifer, *Wizard*, 320.

[83] NT to Edward P. Mitchell, 11 December 1905, Mitchell Papers, New-York Historical Society; TCM to NT, 24 December 1905, in Seifer, *Wizard*, 321.

[84] Scherff to NT, 10 April 1906, in Seifer, *Wizard*, 322.

[85] Tom Reiss, “The First Conservative” [on Peter Viereck, G. S. Viereck’s son], *New Yorker*, 24 October 2005, pp. 38–47, on 40.

[86] NT to Viereck, 17 December 1934. 在原始信件中，这三段构成了一个长段落的一部分，但为了方便阅读，我把它砍成了三段。

[87] Ibid.

第十六章注释

[1] John G. Trump to Walter Gorsuch, 30 January 1943, Freedom of Information Act file (hereater cited FOIA file) for Nikola Tesla, Federal Bureau of Investigation, pp. 174–181, on 175, http://www.scribd.com/.

[2] Frank Parker Stockbridge, “Will Tesla’s New Monarch of Machines Revolutionize the World?” *New York Herald*, 15 October 1911, in Jeffrey A. Hayes, ed., *Tesla’s Engine: A New Dimension for Power* (N.p.: Tesla Engine Builders Association, 1994), 22–36, on 35. 在20世纪80年代末，加拿大研究人员放飞了一个由电子束提供动力的模型飞机；参见：William J. Broad, “New Kind of Aircraft Is on Horizon as Designers Try Microwave Power,” *New York Times*, 21 July 1987.

[3] Tom Crouch, *The Bishop's Boys: A Life of Wilbur and Orville Wright* (New York: W. W. Norton, 1989), 244–245.

[4] 对特斯拉涡轮机的这种解释是基于我与我的工程同事罗伯特·里班多（Robert Ribando）的讨论。也可参见：William Harris, "How the Tesla Turbine Works," http://auto.howstuffworks.com/tesla-turbine.htm/printable.

[5] Stockbridge, "Tesla's New Monarch of Machines," 27.

[6] O'Neill, *Prodigal Genius*, 218–221.

[7] NT to JJA, 22 March 1909, in Seifer, *Wizard*, 336; "Tesla Says He Has New Power Secret," *New York Herald*, 20 May 1909 in TC 18:146; "Southern Iron Merger Plan," *New York Times*, 2 April 1911; NT, "Fluid Propulsion," U.S. Patent No. 1,061,142 (filed 21 October 1909, granted 6 May 1913) and "Turbine," U.S. Patent No. 1,061,206 (filed 21 October 1909, granted 6 May 1913).

[8] O'Neill, *Prodigal Genius*, 222–224.

[9] Seifer, *Wizard*, 362–366.

[10] See http://www.discflo.com/; http://www.phoenixnavigation.com/ and http://www.teslaengine.org/.

[11] "Tesla Has Only Credit," *New York Times*, 18 March 1916.

[12] "Tesla's Discovery: Nobel Prize Winner," *New York Times*, 7 November 1915; NT to RUJ, 16 November 1915, in Seifer, *Wizard*, 380.

[13] O'Neill, *Prodigal Genius*, 229–237, with quote from 231. 关于奖项宣布与奖章颁发之间的延迟，参见："Tesla-Honors-1" Notecard, KSP. 也可参见：NT, Edison Medal Speech.

[14] "Developments in Wireless Telegraphy," *Electrical World* 39 (29 March 1902): 540.

[15] Friedrich Heilbronner, "Marconi and the Germans" (paper presented at Marconi09, Museo della Tecnica Elettrica, Pavia, Italy, October 2009); Linwood S. Howeth, *History of Communications-Electronics in the United States Navy*, chap. 19, "Operations and Organization of the United States Naval Radio Service during Neutrality Period," sec. 3, "Operation of the Tuckerton and Sayville Stations," http://earlyradiohistory.us/1963hw19.htm.

[16] "Tesla Sues Marconi on Wireless Patent," *New York Times*, 4 August 1915; NT, Radio Testimony; Peterson quote is from http://www.tfcbooks.com/teslafaq/q&a_022.htm; Leland I. Anderson, *Priority in the Invention of Radio—Tesla vs. Marconi* (Breckenridge, CO: Twenty-First Century Books, n.d.); A. David Wunsch, "Misreading the Supreme Court: A Puzzling Chapter in the History of Radio," *Antenna* 11, no. 1 (November 1998), http://www.mercurians.org/1998_Fall/Misreading.htm.

[17] Branimir Jovanović, "Nikola Tesla-Research Methodology in the Light of Facts Discovered during Reconstruction of His Work on Bladeless Pumps from 1908–1911" (paper presented at ICOHTEC meeting, Belfort, France, July 1998), 8.

[18] NT, "Speed Indicator," U.S. Patent No. 1,209,359 (filed 29 May 1914, granted 19 December 1916); "Frequency Meter," U.S. Patent No. 1,402,025 (filed 18 December 1916, granted 3 January

1922); "Speed-Indicator," U.S. Patent No. 1,274,816 (filed 18 December 1916, granted 6 August 1918); "Ship's Log," U.S. Patent No. 1,314,718 (filed 18 December 1916, granted 2 September 1919); and "Flow-Meter," U.S. Patent No. 1,365,547 (field 18 December 1916, granted 11 January 1921).

[19] 1918 年第三季度，华尔顿手表为销售的 829 个速度表支付了特斯拉 165.8 美元的专利使用费；参见：F. C. Graves to NT, 15 October 1918, KSP.

[20] Advertisement for Waltham Speedometer, *New York Times*, 8 June 1921, http://blog.hemmings.com/index.php/2010/06/17/nikola-teslas-pound-per-horsepower-engine/#more-2549.

[21] Exhibit C, Trump to Gorsuch, 30 January 1943; NT to U.S. Steel, 26 July 1931 and Agreement between NT and American Smelting and Refining Co., n.d., KSP.

[22] "Tesla Judgment Filed: Inventor Had Paid Lawyer with Promissory Note," *New York Times*, 14 June 1925; F. A. Merrick to NT, 2 January 1934, LC; Hugo Gernsback, "Westinghouse Recollections," Westinghouse Broadcasting Company, *Engineering Contours* 5, no. 1 (January 1960), in Box 18, Folder 4, KSP. 此外，特斯拉还因未能支付总计 107.32 美元的债务而在 1922 年被纽约电话公司起诉，因 149 美元的未付款在 1941 年被布伦塔诺书店起诉；参见："Tesla-Money-Debts" Notecard, KSP.

[23] H. Winfield Secor, "Tesla's View on Electricity and the War," *Electrical Experimenter* 5 (August 1917): 229ff.; quote is from entry for Girardeau, http://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89mile_Girardeau.

[24] Jonathan Coopersmith, *The Electrification of Russia, 1880–1926* (Ithaca: Cornell University Press, 1992).

[25] NT, *My Inventions*, 99–100. 特斯拉还在 1934 年 11 月 29 日致杰克・摩根的信中提到了与列宁的谈判；参见：http://www.tfcbooks.com/tesla/1935-00-00.htm.

[26] NT, Radio Testimony, 185.

[27] 关于特斯拉与鸽子，参见：O'Neill, *Prodigal Genius*, 307–317. 特斯拉 1922 年搬离华尔道夫–阿斯托利亚后，先后流转于瑞吉酒店、宾夕法尼亚酒店和克林顿总督酒店，并最后搬到了纽约人酒店。他在 1924 年当累计未付账单达到 993.41 美元时离开了瑞吉酒店，而在 1941 年他欠纽约人酒店 172.85 美元。参见："Tesla-Money-Debts" Notecard, KSP.

[28] 部分信件参见：Vojin Popvic, *Tribute to Nikola Tesla Presented in Articles, Letters, Documents* (Beograd: NTM, 1961), LS 25–63. See also "Foundation of the Nikola Tesla Institution in Belgrade, Yugoslavia (March 2, 1936)," http://www.teslasociety.com/ntinn.htm; "Science: Tesla at 75," *Time*, 20 July 1931, http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,742063,00.html; and O'Neill, *Prodigal Genius*, 275.

[29] David Dietz, "Tesla Wiggles Toes," newspaper clipping, 15 July 1936, Box 6, Folder 17, KSP.

[30] 南斯拉夫的彼得二世国王授予特斯拉白鹰金十字勋章，而捷克斯洛伐克的部长授予他白狮金十字勋章。

[31] Quoted in Cheney and Uth, *Master of Lightning*, 151–152, but see also 142.

[32] “Tesla at 78 Bares New Death-Beam,” *New York Times*, 11 July 1934.

[33] NT, as told to George Sylvester Viereck, “A Machine to End War,” *Liberty*, February 1937, http://www.tfcbooks.com/tesla/1935-02-00.htm.

[34] 格林德尔・马修斯非常钦佩特斯拉，并告诉自己的传记作家说：“每当我有一点可能会让我志得意满的小成功时，我总是想起特斯拉，并意识到我只是个坐在大师脚下的学生。”参见：E. H. G. Barwell, *The Death Ray Man: The Biography of Grindell Matthews, Inventor and Pioneer* (London: Hutchinson, 1943), 109; Jonathan Foster, “The Death Ray: The Secret Life of Harry Grindell Matthews,” http://www.harrygrindellmatthews.com/theDeathRay.asp.

[35] NT, “The New Art of Projecting Concentrated Non-dispersive Energy through Natural Media,” n.d., http://www.tfcbooks.com/tesla/1935-00-00.htm.

[36] All three quotes are from Exhibit F, Trump to Gorsuch, 30 January 1943. 关于特朗普的背景，参见：Louis Smullin, “John George Trump, 1907–1985,” in National Academy of Engineering, *Memorial Tributes* (Washington, DC: National Academy Press, 1989), 3:332–337, http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1384&page=332.

[37] Paul J. Nahin, *The Science of Radio*, 2nd ed. (New York: Springer-Verlag, 2001), 11–12.

[38] Seifer, *Wizard*, 431–434; Leland Anderson, *Nikola Tesla’s Residences, Laboratories, and Offices* (Denver: Boyle & Anderson, 1990).

[39] NT to J. P. Morgan, Jr., 29 November 1934, http://www.tfcbooks.com/tesla/1935-00-00.htm.

[40] Foxworth to Director, 9 January 1943, FOIA file, 8–9; Cheney, *Man Out of Time*, 276.

[41] Breckinridge Long to Secretary of State, 12 July 1934, in Cheney and Uth, *Master of Lightning*, 145. 关于朗，参见：http://en.wikipedia.org/wiki/Breckinridge_Long.

[42] Exhibits Q and D, Trump to Gorsuch, 30 January 1943. 关于苏美公司的间谍活动，参见：Frank J. Rafalko, *A Counterintelligence Reader, vol. 3, Post–World War II to Closing the 20th Century*, chap. 1, p. 22, http://www.fas.org/irp/ops/ci/docs/ci3/index.html.

[43] John J. O’Neill, “Tesla Tries to Prevent World War II” (unpublished chap. 34 of *Prodigal Genius*), http://www.pbs.org/tesla/res/res_art12.html; Exhibit H, Trump to Gorsuch, 30 January 1943.

[44] O’Neill, “Tesla Tries to Prevent World War II.”

[45] “Aerial Defense ‘Death Beam’ Offered to U.S. by Tesla,” *Baltimore Sun*, 12 July 1940; William L. Laurence, “ ‘Death Ray’ for Planes,” *New York Times*, 22 September 1940, both available at http://www.tfcbooks.com/tesla/1935-00-00.htm#1940-09-22; [Name deleted] to J. Edgar Hoover, 24 September 1940, FOIA file, 3.

[46] “Nikola Tesla Dies: Prolific Inventor,” *New York Times*, 8 January 1943; O’Neill, *Prodigal Genius*, 276.

[47] “Tesla-Mark Twain-Sends $100” Notecard, KSP.

[48] E. E. Conroy to Director, FBI, 17 October 1945, FOIA file, 170–173; “Purple Plates—Legacy of Nikola Tesla,” http://www.essentia.ca/PurplePlate/purpTesla.htm.

[49] Quoted in Aleksandar S. Marinčić, “Excerpt: The Tesla Museum,” http://www.teslasociety.com/tmuseum.htm.

[50] See “2000 Are Present at Tesla Funeral,” *New York Times*, 13 January 1943. 关于科萨诺维奇火化特斯拉遗体的决定，参见：“Commemoration for Nikola Tesla’s Death Will Be Held by the Serbian Orthodox Church in Belgrade, in Saborna Crkva, on January 23, 2006,” http://www.teslasociety.com/ntcom.htm.

[51] 这一猜测源于奥尼尔在 *Prodigal Genius* (p. 277)中声称，FBI 特工曾在特斯拉死后第二天进入过他的房间并从保险箱中拿走了与一个秘密发明有关的文档。

[52] Charlotte Muzar, “The Tesla Papers,” *The Tesla Journal*, nos. 2&3 (1981–1982): 39–42, on 39–40.

[53] 福克斯沃斯几天后在飞往荷属圭亚那执行秘密任务时死于飞机失事；参见：Athan G. Theoharis, *The FBI: A Comprehensive Reference Guide* (Westport, CT: Greenwood, 1999), 326–327. 关于斯帕内尔，参见：“A. N. Spanel, 83; Inventor, Manufacturer, Activist” [obituary], *Los Angeles Times*, 5 April 1985. See also Foxworth to Director, 9 January 1943 and E. E. Conroy to Director, FBI, 17 October 1945, FOIA file, 8–9 and 170–173.

[54] E. E. Conroy to Director, FBI, 17 October 1945.

[55] Foxworth to Director, 9 January 1943; D. M. Ladd to [name deleted], 11 January 1943; and Edw. A. Tamm to Ladd, 12 January 1943, in FOIA file, 8–12. 关于拉德和塔姆在 FBI 的任职情况，参见：Theoharis, *The FBI*, 338, 356.

[56] Smullin, “John George Trump.”

[57] 乔治专门从事反间谍活动，在夜间攻破纳粹间谍嫌疑人的办公室、书桌和保险柜，并为起诉收集归罪证据。他后来成为战略服务办公室的秘潜技术首席教练，在战时欧洲领导自己的撬锁和开保险箱团队。参见他的书：*Surreptitious Entry* (New York: Editions for the Armed Services, 1946), as well as http://www.textfiles.com/anarchy/WEAPONS/crimecat.004.

[58] Cheney, *Man Out of Time*, 276.

[59] Trump to Gorsuch, 30 January 1943, p. 174.

[60] Bogdan Raditsa, “Red Ambassadors: Sava Kosanovich of Yugoslavia,” *Plain Talk*, March 1948, pp. 6–10, in FOIA file, 211–213.

[61] E. E. Conroy to Director, FBI, 17 October 1945; Muzar, “The Tesla Papers,” 40.

[62] Muzar, “The Tesla Papers,” 41–42.

[63] E. E. Conroy to Director, FBI, 17 October 1945; D. M. Ladd to the Director, 3 April 1950; L. B. Nichols to Tolson, 30 January 1951; [Paul Snigier] to Clarence Kelly, 20 April 1976; Lt. Col. Allan J. MacLaren, USAF, to FBI Director, 9 February 1981, all in FOIA file, 171–173, 195–196, 253–255, 107–110, 124–125, respectively.

[64] Clarence A. Robinson, Jr., “Soviets Push for Beam Weapon,” *Aviation Week & Space Technology* 106 (2 May 1977): 16–23.

[65] SAC, Cincinnati, to Director, FBI, 18 August 1983, FOIA file, 133–135.

[66] John Pike, "The Death-Beam Gap: Putting Keegan's Follies in Perspective," October 1992, E-Print, Space Policy Project, Federation of American Scientists, http://www.fas.org/spp/eprint/keegan.htm.

[67] 关于激光束武器问题面临的问题的简略讨论，参见：David E. Hoffman, *The Dead Hand: The Untold Story of the Cold War Arms Race and Its Dangerous Legacy* (New York: Doubleday, 2009), 276.

尾声注释

[1] Brisbane, "Our Foremost Electrician."

[2] Wachhorst, *Thomas Alva Edison*; Watt, *The People's Tycoon*.

[3] 说明特斯拉在 20 世纪 50 年代局外人地位的一个例子是，传记作家肯尼思·斯威齐和利兰·安德森发现，极难让当时的主要机构，包括美国国家科学院、美国邮政局以及史密森学会，对 1956 年的特斯拉百年诞辰产生多大兴趣。

[4] Arthur H. Matthews, *The Wall of Light: Nikola Tesla and the Venusian Space Ship, the X-12* (Pomeroy, WA: Health Research Books, 1971); Margaret Storm, *Return of the Dove* (Baltimore: Margaret Storm Publication, n.d.).

[5] 1892 Lecture, 236.

[6] Paul Sagan, *Ball Lightning: Paradox of Physics* (New York: iUniverse, 2004), 307–324.

[7] Michael Riversong, "International Tesla Society in Review: People, Politics, and Technology," 2002, http://home.earthlink.net/~rivedu/14tesla.html; "Tesla Engine Builders Association," http://www.teslaengine.org/; "Tesla Universe," http://www.teslauniverse.com/; "Tesla Memorial Society of New York," http://www.teslasociety.com/.

[8] Nevill Drury, *The New Age: Searching for the Spiritual Self* (London: Thames and Hudson, 2004), 12.

[9] F. David Peat, *In Search of Nikola Tesla*, rev. ed. (London: Ashgrove, 2003).

[10] Seifer, *Wizard*, 460–461.

[11] *Nikola Tesla: Discovering the Future* (Swiss Tesla Institute, 2008), p. 28, http://swisstesla.com/.

[12] 认为技术人员没有灵魂的论调是一种典型的 20 世纪 60 年代的反主流文化批评，它是基于对斯诺的《两种文化》和库恩的《科学革命的结构》的误读。对这种论调的质疑，参见：Samuel P. Florman, *The Existential Pleasures of Engineering* (New York: St. Martin's Press, 1976).

[13] Posting by Mike, 12 January 2009, on "Feel the Heat: Tesla Roadshow Hits Miami during Art Basel" Blog, Tesla Motors, http://www.teslamotors.com/blog3/?p=88.

[14] Samantha Hunt, *The Invention of Everything Else* (Boston: Houghton Mifflin, 2008); Jeffrey Stanley, *Tesla's Letters: A Play in Two Acts* (New York: Samuel French, 1999; Daniel Michaels, "Long-Dead Inventor Nikola Tesla Is Electrifying Hip Techies," *Wall Street Journal*, 14 January

2010, p. 1. 以特斯拉为灵感来源的电影、书籍和视频游戏列表，参见："Nikola Tesla in Popular Culture," http://en.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla_in_popular_culture.

[15] McCraw, *Prophet of Innovation*; Christensen, *The Innovator's Dilemma*.

[16] 关于无线电的历史，参见：Hugh G. J. Aitken, *The Continuous Wave: Technology and American Radio, 1900–1932* (Princeton: Princeton University Press, 1985); Susan Douglas, *Inventing American Broadcasting, 1899–1922* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1987); Tom Lewis, *Empire of the Air: The Men Who Made Radio* (New York: Edward Burlingame Books, 1991); and Hong, *Wireless*. 关于将技术创新视为一个演化过程，参见：George Basalla, *The Evolution of Technology* (New York: Cambridge University Press, 1988) and John Ziman, ed., *Technological Innovation as an Evolutionary Process* (New York: Cambridge University Press, 2000).

[17] "Nikola Tesla: Dr. A.P.M. Fleming's Address," *Electric Times*, 2 December 1943, pp. 656–659, on 659.

[18] Anderson, "Stone on Tesla's Priority in Radio," 40.

[19] Wisehart, "Making Your Imagination Work for You," 62.

[20] Curtis Brown, "A Man of the Future," *Savannah Morning News*, 21 October 1894 in TC 9:84–87, on 85.

[21] Eugene S. Ferguson, *Engineering and the Mind's Eye* (Cambridge, MA: MIT Press, 1992).

[22] Carlson, "Entrepreneurship in the Early Development of the Telephone"; Isaacson, *Steve Jobs*.

[23] 关于亚历山大・格雷厄姆・贝尔如何利用思维的歧义，将电话等价于人类耳朵的讨论，参见：Michael E. Gorman et al., "Alexander Graham Bell, Elisha Gray, and the Speaking Telegraph: A Cognitive Comparison," *History of Technology* 15 (1993): 1–56.

[24] David E. Nye, *Technology Matters: Questions to Live With* (Cambridge, MA: MIT Press, 2006), 3–6.

[25] NT to Scherff, 6 September 1899, in Ratzlaff and Jost, *Tesla/Scherff Correspondence*, 109.

[26] 我在这里想起了从康宁公司一位高级工程师那里学来的一个经验教训：客户总是想要你发明出他们明年就能用上的东西，但公司只有发明出客户将会在五年内需要的东西才能赚钱。

[27] B. A. Behrend, "Dynamo-electric Machinery and Its Evolution during the Last Twenty Years," *Western Electrician*, 28 September 1907, pp. 238–240 in TC 18:46–50, on 238.

[28] George H. Douglas, *The Golden Age of the Newspaper* (Westport, CT: Greenwood, 1999), 95–116.

[29] TCM, "Nikola Tesla," *The Century Magazine* 47 (February 1894): 582–585, on 583.

[30] [Kenneth Swezey] to NT, 7 July 1924, Box 17, Folder 9, KSP.

[31] NT, "Problem of Increasing Human Energy," 182.

[32] NT to JPM, 11 December 1903.

致谢

正如希拉里·克林顿引述的一句非洲谚语所说的："养育一个孩子需举全村之力。"如果养育一个孩子需举全村之力，那么写这样一本书就需要举全镇之力——并且镇上最好住着各种专家，还要有一个像样的技术图书馆！

这本书的写作花费了我15年时间，我也享受到了来自各方的支持。首先也是首要的是，我非常感谢艾尔弗雷德·P. 斯隆基金会为我提供了两年全职研究和写作的资助。在基金会，多伦·韦伯（Doron Weber）早就认识到需要一本可靠的特斯拉传记，并耐心地等我完成这本书。在弗吉尼亚大学，我的特斯拉研究工作得到了多方面支持，包括来自班卡德政治经济学研究基金的资助、我在工程与社会系的同事同意给予的150周年纪念学术休假，以及工程与应用科学学院提供的资助。工程学院的资助让我得以继续保持在使用斯隆基金工作时获得的势头，我非常感谢英格丽·汤森教授（Ingrid Townsend）和院长理查德·米克萨德（Richard Miksad）协助提供了这种额外的支持。此外，最后一刻来自弗吉尼亚大学工程与应用科学学院院长詹姆斯·艾勒（James Aylor）的资助保证了在该书未来的平装本和电子版中可以包含插图。

在过去多年里，我得以有机会在几个机构专心专注于这个项目。1999年冬，我是一位斯坦福大学"科学、技术与社会项目"的客座教授，我感谢蒂姆·利诺（Tim Lenoir）和罗伯特·麦克基恩（Robert McGinn）安排了那次访问。2005年秋，史密森学会的莱姆尔森发明与创新中心邀请我做研究员，在那期间我从亚瑟·莫勒

拉（Arthur Molella）、乔伊斯·拜迪（Joyce Bedi）和玛吉·丹尼斯（Maggie Dennis）那里学到了很多。还是在 2005 年秋，我是曼彻斯特大学科学、技术与医学史中心的一名访问者；我感谢约翰·哈伍德（John Harwood）安排了这次访问，也感谢我在利姆的英国家人收留我并让我三餐无忧。2010 年夏，我有幸成为慕尼黑的德意志博物馆的驻馆学者，并在那里完成了本书的初稿；我感谢赫尔穆特·特里施勒（Helmuth Trischler）和安德烈亚·瓦尔特（Andrea Walther）促成了这一任命。

本书是基于使用在大量档案和博物馆中发现的文档和工件而做的研究。我在之前已经列举了在注释中所用的文献档案的完整列表，在此我想感谢在我搜索特斯拉相关材料的过程中发挥了重大作用的机构和个人。

在这个列表的头上必须是塞尔维亚贝尔格莱德的尼古拉·特斯拉博物馆，它保存了特斯拉在 1943 年去世时拥有的所有的文档和材料。我已在特斯拉博物馆人员的帮助和指导下受益良多，特别是该馆的几位主任：亚历山大·马林契奇、布拉尼米尔·约万诺维奇（Branimir Jovanović）、玛丽亚·舍希奇（Marija Šešić）和弗拉迪米尔·耶伦科维奇都鼓励我努力了解特斯拉，并提供了大量有用的信息。还有特斯拉博物馆的人员伊万娜·佐里奇（Ivana Zorić）在为本书获取照片说明上帮助很大。

在特斯拉博物馆之外，我非常感谢几位档案管理员和图书管理员的帮助，特别是 IEEE 档案的谢尔登·豪切斯（Sheldon Hochheiser）、爱迪生国家历史遗址的莱昂纳尔·德格拉夫（Leonard de Graaf），以及亨利·福特博物馆与格林菲尔德村的马克·格蕾特（Marc Greuther）。我也想谢谢吉尔·琼斯（Jill Jonnes）把我介绍给了美国国家电网的罗伯特·迪施纳（Robert Dischner），迪施纳继而为我提供了特斯拉与爱德华·迪安·亚当斯通信的副本。在本项目的早期阶段，我有幸有几个能干的研究助理，特别是约翰·博兹曼（John Bozeman）和阿瑟·伯恩（Arthur Byrne）。我非常感谢英格丽·汤森和阿瑟·伯恩协助翻译了几个德语资料。我还要感谢比尔·凯尔什（Bill Kelsh）、帕姆·鲁兹（Pam Lutz）和阿达什·拉姆克里希南（Adarsh Ramkrishnan）帮助准备插图。

我要感谢利兰·安德森所做的与发现和保护特斯拉相关材料有关的所有重要

工作。在超过 15 年的时间里，利兰投入大量精力以确保特斯拉没有被遗忘，而我是在使用不同的文献档案和出版物时才发现了他在幕后所做的默默努力。

作为一个历史学家，在理解特斯拉的发明是如何工作的方面我得到了几位技术专家的帮助。我非常感谢从肖恩·格里姆斯（Sean Grimes）、盖瑞·彼得森、保罗·纳辛、罗伯特·里班多、戴维·文施（David Wunsch）和安东尼奥·佩雷斯·尤斯蒂那里收到的建议。我知道，关于特斯拉与电力广播有关的后期发明行得通（或者行不通）存在多种观点，而我对本书中的解释完全负责。

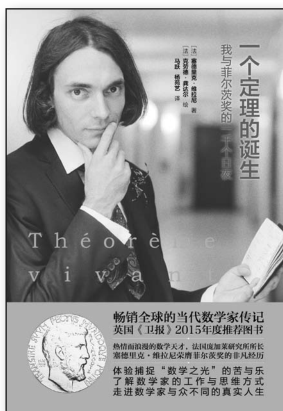
在普林斯顿大学出版社，我很荣幸有英格丽·格纳利奇（Ingrid Gnerlich）做我的编辑；英格丽非常耐心地等待这本书走向成熟，并且她总是加油打气和合理建议之源。英格丽的助理埃里克·亨尼（Eric Henney）在帮我获取所有插图的许可上表现非常棒。詹尼弗·巴克（Jennifer Backer）对手稿的文字编辑工作做得非常出色，而多比亚·沃尔德伦（Tobiah Waldron）准备了非常完美的索引。黛比·特嘉顿（Debbie Tegarden）提供了让我的手稿通过生产流程所需的专业知识，从而确保把所有的细节整合在一起使之成为一本让人乐于阅读和持有的书。

许多朋友和专业同事听过我的特斯拉演讲并提供了宝贵的建议。这些人包括玛吉·埃弗里（Margy Avery）、维贝·比金克（Wiebe Bijker）、奥斯卡·布卢姆特里特（Oskar Blumtritt）、保罗·布伦尼（Paolo Brenni）、杰克·布朗（Jack Brown）、林恩·伯林盖姆（Lynn Burlingame）、苏珊·道格拉斯（Susan Douglas）、罗伯特·福克斯（Robert Fox）、迈克·戈尔曼（Mike Gorman）、安娜·瓜尼尼（Anna Guagnini）、维根·古罗扬（Vigen Guroian）、梅格·格雷厄姆（Meg Graham）、埃里克·欣茨（Eric Hintz）、杰夫·休斯（Jeff Hughes）、理查德·约翰（Richard John）、罗恩·克兰（Ron Kline）、约翰·克里格（John Krige）、冈瑟·卢克斯巴赫尔（Gunther Luxbacher）、基思·尼尔（Keith Nier）、戴维·奈（David Nye）、布赖恩·普法芬伯格（Bryan Pfaffenberger）、特雷弗·平奇（Trevor Pinch）、克劳斯·普利茨纳（Klaus Plitzner）、斯图尔特·萨米斯（Stuart Sammis）、亚历克斯·韦勒斯泰因（Alex Wellerstein）、卡琳·扎克曼（Karin Zachmann）以及奥利弗·聪茨（Olivier Zunz）。伯纳德·S. 芬恩（Bernard S. Finn）和迈克尔·B. 希弗（Michael B. Schiffer）为普

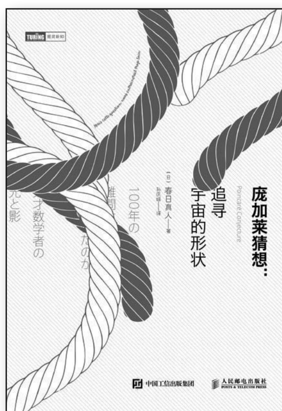
林斯顿大学出版社审读了手稿，并提供了非常有帮助的评论。我女儿朱莉亚和瑞秋在成长的过程中听了太多关于特斯拉的晚餐时演说，但她们还是定期提出评论，帮助使我的治学不至偏离主题。我也非常感谢我的一位教授罗伯特·科勒（Robert Kohler），他在写作过程的关键时刻提醒我不要有所保留，要提出一个深思熟虑和有说服力的理解特斯拉的框架。

这本书献给两位对我来说非常亲的人。托马斯·休斯在专业上和在个人方面都是我三十多年的一位导师，我对发明的所知很多都是他教我的。在早期，他就认识到理解特斯拉研究工作的重要性，并竭力促使我写成这本书。最后，这本书也献给我的妻子简，她在这本书和我的生活中都扮演了无数角色。在这本书中，她一直是理论的共鸣板、研究之旅的组织者以及杰出的编辑；在我的生活中，简一直是（并将永远是）让我前进的爱与希望之锚。简保护我免遭虚假的幻象，并鼓励我追逐梦想和理念。

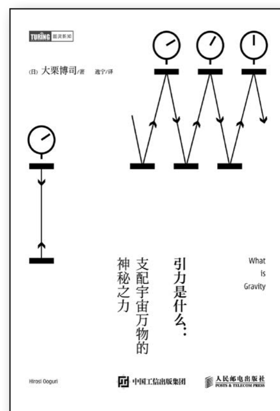
更多推荐



黑白，2016–01，39.00 元



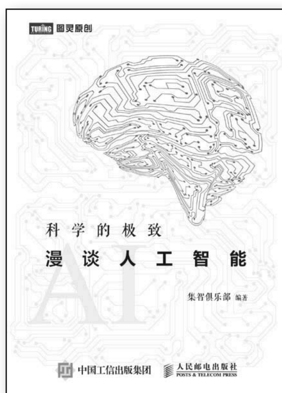
黑白，2016–01，39.00 元



黑白，2015–11，39.00 元



黑白，2015–10，36.00 元



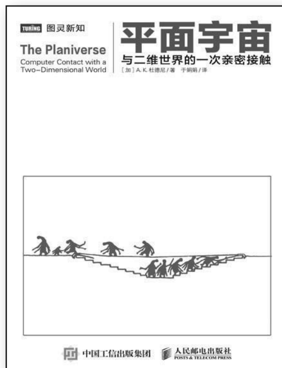
黑白，2015–07，49.00 元



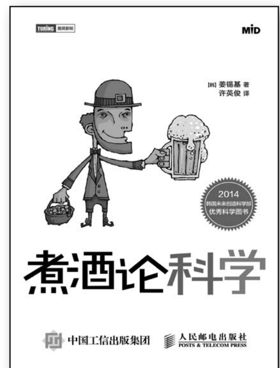
黑白，2015–07，32.00 元



黑白，2015–06，39.00 元



黑白，2015–06，35.00 元

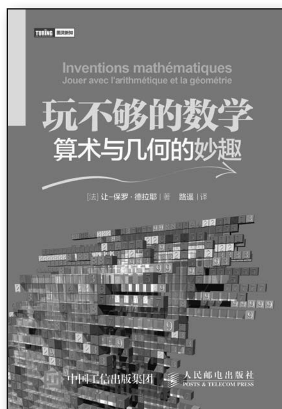


黑白，2015–05，39.00 元

更多推荐



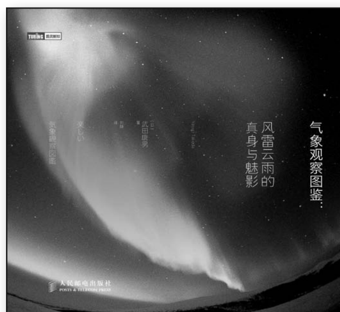
全彩，2015-11，59.00 元



全彩，2015-11，49.00 元



全彩，2015-06，49.00 元



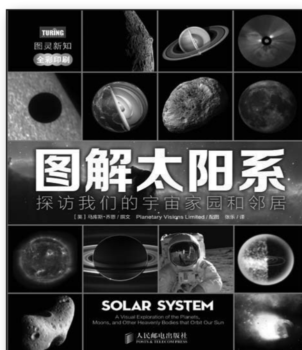
全彩，2015-02，49.00 元



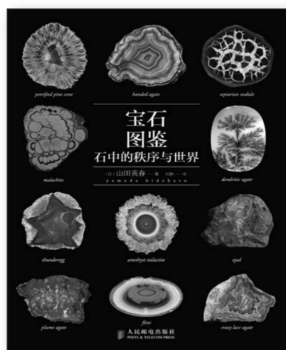
全彩，2015-01，42.00 元



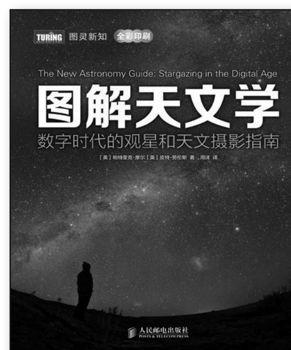
全彩，2015-01，99.00 元



全彩，2014-09，79.00 元



全彩，2014-08，85.00 元



全彩，2014-07，79.00 元



汤姆·科格尔（Tom Cogill）摄

W. 伯纳德·卡尔森
W. Bernard Carlson

美国弗吉尼亚大学工程与应用科学学院工程与社会系教授兼系主任，历史系双聘教授，著有《作为社会过程的创新：伊莱休·汤姆孙与通用电气的崛起（1870—1900）》（*Innovation as a Social Process: Elihu Thomson and the Rise of General Electric, 1870–1900*），并编有七卷本的《世界史中的技术》（*Technology in World History*）。

封面图片： Nikola Tesla, c.1894. Bain News Service. Reproduction Number: LC–DIG–ggbain–04851 (digital file from original neg.). Call Number: LC–B2–1026–9 [P&P]. Repository: Library of Congress Prints and Photographs Division Washington, D.C. 20540 USA http://hdl.loc.gov/loc.pnp/pp.print.

《特斯拉：电气时代的开创者》一书非常详尽且客观地描写了这位天才发明家的传奇一生……详述了这位梦想家为了实现自己科技梦所体现出来的那种百折不挠的精神。……相比之下，［今天在中国］最缺乏的还是有情怀、有理想的梦想家，中国创造力真正的希望，寄托在这样一些人身上。特斯拉的时代已经远离我们而去，但他的理想和情怀鼓舞着一代代年轻人利用自己的知识来改善人类的生活，为后世传递文明之光。

——**吴 军**

（《大学之路》《数学之美》《浪潮之巅》《文明之光》作者）

对中国读者而言，特斯拉常常与汽车或怪兽相关联，而很少与一位20世纪初期引领技术社会的发明家联系起来。本书以技术发明社会史的视角讲述了一位塞尔维亚裔美国发明家特斯拉的大起大落。它告诉我们最重要的道理是，发明家必须横跨自然与社会：探索自然，以找出哪些想法可行；与社会互动，以把发明换成金钱、名气或资源。挣扎于理念与幻象之间的特斯拉，一生获得专利发明无数，很多过于超前于社会，其成功与失败都与此相关。

——**吴 彤**

（清华大学科学技术与社会研究所教授）

当我们在网上搜索特斯拉时，首先出现的是一部汽车，而非一位科学家。但实际上，没有那位叫作“特斯拉”的科学家，就根本不会有后来叫作“特斯拉”的汽车。特斯拉深刻改变了这个世界，对于今天梦想改变世界的年轻人来说，很有必要深入了解这位伟大发明家与科学家的创造性工作。

——**褚 波**

（《环球科学》杂志执行主编）

图灵社区：iTuring.cn
新浪微博：@图灵教育 @图灵社区 @图灵新知
微信公众号：turingbooks ituring_interview
反馈/投稿/推荐邮箱：contact@turingbook.com
读者热线：(010) 51095186-600

分类建议 传记/科学家

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn



ISBN 978-7-115-40082-6
定价：69.00元

看完了

如果您对本书内容有疑问，可发邮件至 contact@turingbook.com，会有编辑或作译者协助答疑。也可访问图灵社区，参与本书讨论。

如果是有关电子书的建议或问题，请联系专用客服邮箱: ebook@turingbook.com。

在这可以找到我们:

微博 @图灵教育 : 好书、活动每日播报
微博 @图灵社区 : 电子书和好文章的消息
微博 @图灵新知 : 图灵教育的科普小组
微信 图灵访谈 : ituring_interview，讲述码农精彩人生
微信 图灵教育 : turingbooks